

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE
TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

**SELO PROCEL EDIFICA PARA EDIFICAÇÕES PÚBLICAS:
ANÁLISE DAS CONDIÇÕES PARA A ETIQUETAGEM DO
CENTRO DE CULTURA E EVENTOS DA UFSCar**

Thales Carneiro Mariano

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Engenharia Civil da Universidade
Federal de São Carlos como parte dos
requisitos para a conclusão da
graduação em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Douglas Barreto

São
Carlos,
2021

AGRADECIMENTO

Agradeço a Secretária de Gestão e do Espaço Físico (SEGEF), a Professora. Doutora Luciana Márcia Gonçalves, a arquiteta Raquel Januzzi e ao Professor Doutor Douglas Barreto pelo apoio em fornecer as informações do Centro de Cultura e Eventos da UFSCar, que permitiram o desenvolvimento do TCC.

RESUMO

Este trabalho busca poder oferecer informações sobre os atuais métodos de certificação e classificação ambiental disponíveis no mercado, com ênfase para edificações públicas. O trabalho classifica uma edificação da Universidade Federal de São Carlos, o Centro de Cultura e Eventos, através do programa brasileiro de etiquetagem para edificações, mais conhecido como Selo Procel Edifica. O método utilizado foi o prescritivo, com base no Manual do Regulamento Técnico de Qualidade para o nível de eficiência, RTQ-C. O levantamento foi feito todo com base nos projetos e no memorial descritivo da edificação, sendo então uma etiquetagem de projeto. Todos os dados necessários para classificação puderam ser levantados ou então foram feitas considerações de forma que não afetassem ou comprometessem a avaliação final, todas essas considerações foram destacadas. A edificação foi classificada com níveis de etiqueta B para envoltória, B para iluminação e A para condicionamento de ar. Porém muito próxima de se alcançar o nível de etiqueta A para a edificação em geral, algumas melhorias e bonificações foram sugeridas a fim de ser elevar a pontuação total e alcançar o nível A geral, e consequentemente a possibilidade de se obter o Selo Procel Edifica.

Palavras chaves: Centro de Cultura e Eventos da UFSCAR, Procel Edifica, método prescritivo, RTQ-C.

ABSTRACT

This work seeks to provide information on current methods of environmental certification and classification available on the market, with emphasis on public editions. The work classifies a building of the Universidade Federal de São Carlos - UFSCar Center for Culture and Events, through the Brazilian building etiquette program, better known as Selo Procel Edifica. The method used was prescriptive, based on the Technical Quality Regulation Manual for the level of efficiency, RTQ-C. The survey was all based on the projects and on the building's descriptive memorial, being then a project label. All data provided for the classification could be raised or considerations were made in a way that would not affect or compromise the final evaluation, all these considerations were highlighted. The building was rated with label levels B for wrapping, B for lighting and A for air conditioning. However, very close to reaching the A label level for the building in general, some improvements and bonuses were suggested in order to raise the total score and reach the general level, and consequently the possibility of obtaining the "Selo Procel Edifica .

Key-words: Centro de Cultura e Eventos da UFSCAR, Procel Edifica, método prescritivo, RTQ-C.

Lista de tabelas

| | |
|--|-----------|
| Tabela 1: Síntese dos pré-requisitos específicos da envoltória..... | 26 |
| Tabela 2: Valores limites de transmitância térmica para zona bioclimática 4..... | 26 |
| Tabela 3: Valores limite de cores e absorvância térmica | 26 |
| Tabela 4: Limites de PAZ E FS | 27 |
| <i>Tabela 5: Parâmetros para IC_{maxD} e IC_{min}.....</i> | <i>28</i> |
| <i>Tabela 6: Intervalos de classificação da envoltória</i> | <i>28</i> |
| Tabela 7: Síntese dos pré-requisitos da Iluminação..... | 29 |
| Tabela 8: Pré-requisitos específicos de condicionamento de ar | 36 |
| Tabela 9: Tipo, áreas e U das coberturas | 42 |
| Tabela 10: Coberturas, absorvância e área | 44 |
| Tabela 11: m ² de paredes por fachada | 44 |
| Tabela 12: Área construída por pavimento | 45 |
| Tabela 13: Área média de projeção dos edifícios..... | 45 |
| Tabela 14: Área de envoltórias..... | 46 |
| Tabela 15: Percentual de abertura nas fachadas..... | 46 |
| Tabela 16: Informações das lâmpadas presentes no Centro de Cultura e Convenções | 48 |
| Tabela 17: Ambientes, área, potência instalada e consideração de atividades no webprescritivo, do pavimento térreo..... | 49 |
| Tabela 18: Ambientes, área, potência instalada e consideração de atividades no webprescritivo, do pavimento superior e técnico..... | 50 |
| Tabela 19: Condicionadores de ar presente em projeto e sua eficiência | 51 |
| Tabela 20: Ambientes condicionados e sua área..... | 52 |
| Tabela 21: Bonificações e nível necessário para elevar etiqueta geral para nível A..... | 59 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 : Tipologias avaliadas no sistema LEED | 14 |
| Figura 2: Áreas avaliadas no sistema LEED | 14 |
| Figura 3: Pontuação para Novas Construções no sistema LEED | 15 |
| Figura 4: Imagem do selo de Certificação LEED | 15 |
| Figura 5: Linha do tempo do Programa de etiquetagem para Edificações | 18 |
| Figura 6: Combinações de avaliações para a etiquetagem..... | 20 |
| Figura 7: Identidade visual da ENCE Geral..... | 21 |
| Figura 8: Corpo da ENCE | 22 |
| Figura 9: Cabeçalho e rodapé da ENCE | 22 |
| Figura 10: Sistemas individuais da ENCE | 23 |
| Figura 11: Fluxograma de Aplicação do RTQ-C..... | 25 |
| Figura 12: Fileira independente devido a contribuição da luz natural..... | 30 |
| Figura 13: Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPIL) para o nível de eficiência pretendido – Método da Área da edificação | 31 |
| Figura 14: Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPIL) para o nível de eficiência pretendido – Método das atividades da edificação (<i>Parte 1</i>) | 32 |
| Figura 15: Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPIL) para o nível de eficiência pretendido – Método das atividades da edificação (<i>Parte 2</i>) | 33 |
| Figura 16: Fluxograma de verificação dos pré-requisitos de ar condicionado..... | 34 |
| Figura 17: Valor de EqNumV e percentual de horas ocupadas | 37 |
| Figura 18: Equação da pontuação total do método prescritivo..... | 37 |
| Figura 19: Valores de PT e nível de etiquetagem | 38 |
| Figura 20: WebPrescritivo – Inserção de dados parte 1..... | 38 |
| Figura 21: WebPrescritivo – Inserção de dados parte 2..... | 39 |
| Figura 22: WebPrescritivo – Inserção de dados parte 3..... | 39 |
| Figura 23: WebPrescritivo – Inserção de dados parte 4..... | 40 |
| Figura 24: Dados Físicos da telha metálica..... | 41 |
| Figura 25: Valores de U e Ct da laje maciça | 42 |
| Figura 26: Valores de U e CT para paredes..... | 43 |
| Figura 27: Resultado dos parâmetros inseridos no WebPrescritivo - Envoltória..... | 54 |
| Figura 28: Resultado dos parâmetros inseridos no WebPrescritivo - Iluminação..... | 55 |
| Figura 29 Resultado dos parâmetros inseridos no WebPrescritivo - Iluminação..... | 55 |
| Figura 30: Resultado dos parâmetros inseridos no WebPrescritivo – Condicionamento de Ar | 56 |
| Figura 31: Resultado da etiqueta geral no Webprescritivo | 57 |
| Figura 32: Novo resultado de envoltória Webprescritivo – Absortância diminuída | 58 |
| Figura 33: Novo resultado da etiqueta geral Webprescritivo – Absortância diminuída | 58 |
| Figura 34: Exemplo de aberturas | 63 |
| Figura 35: Exemplo de ângulos verticais de sombreamento | 64 |
| Figura 36: Exemplos de ângulos horizontais de sombreamento | 64 |
| Figura 37: Exemplo de áreas de projeção cobertura e projeção da edificação | 65 |
| Figura 38: Exemplo de componentes da envoltória | 66 |

Lista abreviaturas

| | |
|------------------|---|
| AC | Área Condicionada |
| A_{env} | Área da envoltória |
| AHS | Ângulo Horizontal de Sombreamento |
| ANC | Área Não Condicionada |
| A_{pcob} | Área de projeção da cobertura |
| A_{pe} | Área de projeção do edifício |
| APT | Área de Permanência Transitória |
| A_{tot} | Área total construída |
| AU | Área Útil |
| AVS | Ângulo Vertical de Sombreamento |
| DPI | Densidade de Potência de Iluminação |
| DPI _L | Densidade de Potência de Iluminação Limite |
| ENCE | Etiqueta Nacional de Conservação de Energia |
| Env | Envoltória |
| EqNum | Equivalente Numérico |
| FA | Fator Altura (A_{pcob}/ A_{tot}) |
| FF | Fator de Forma (A_{env}/ V_{tot}) |
| FS | Fator Solar |
| IC_{env} | Indicador de Consumo da envoltória |
| ICOP | Coefficiente Integrado de Performance |
| PAF_o | Percentual de Abertura na Fachada oeste |
| PAF_T | Percentual de Abertura na Fachada total |
| PAZ | Percentual de Abertura Zenital |
| U_{cob} | Transmitância térmica da cobertura |
| U_{par} | Transmitância térmica das paredes |
| V_{tot} | Volume total da edificação |
| UFSCar | Universidade Federal de São Carlos |
| UFSC | Universidade Federal de Santa Catarina |
| ENCE | Etiqueta Nacional de classificação energética |

| | | |
|-----------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 11 |
| 1.1 | A QUESTÃO ENERGÉTICA E A CERTIFICAÇÃO DE EDIFICAÇÕES | 11 |
| 1.2 | SELOS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL | 11 |
| 1.3 | JUSTIFICATIVA | 12 |
| 1.4 | OBJETIVOS | 13 |
| 2 | 13 | |
| | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 13 |
| 2.1 | CERTIFICAÇÃO LEED | 13 |
| 2.2 | CERTIFICAÇÃO AQUA-HQE | 16 |
| 2.3 | PROCEL EDIFICA | 16 |
| 2.3.1 | O PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM (PBE) | 16 |
| 2.3.2 | PBE EDIFICA | 17 |
| 2.3.3 | ETIQUETA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA (ENCE) | 18 |
| 2.3.4 | SISTEMAS AVALIADOS NO ENCE | 18 |
| 2.3.5 | MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DOS RTQ'S | 19 |
| 2.3.6 | ETAPAS DO PROCESSO DE ETIQUETAGEM | 20 |
| 2.3.7 | IDENTIDADE VISUAL DA ENCE | 21 |
| 2.3.8 | VANTAGENS DA ETIQUETAGEM | 23 |
| 2.3.9 | PBE EDIFICA E O SELO PROCEL EDIFICAÇÕES | 24 |
| 2.5 | QUANTIDADE DE PROJETOS POR CERTIFICAÇÃO | 24 |
| 3 | METODOLOGIA | 24 |
| 3.1 | MÉTODO PRESCRITIVO PARA PROJETO | 24 |
| 3.1.2 | ENVOLTÓRIA | 25 |
| 3.1.2.1 | PRÉ REQUISITOS | 25 |
| 3.1.2.2 | PROCEDIMENTO DE CÁLCULO E DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA | 27 |
| 3.1.3 | SISTEMA DE ILUMINAÇÃO | 29 |
| 3.1.3.1 | PRÉ REQUISITOS | 29 |
| 3.1.3.2 | PROCEDIMENTO DE CÁLCULO E DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA | 30 |
| 3.1.3.2.1 | MÉTODO DAS ÁREAS | 30 |
| 3.1.3.2.2 | MÉTODO DAS ATIVIDADES | 32 |
| 3.1.4 | SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR | 34 |
| 3.1.4.1 | PRÉ REQUISITOS | 34 |
| 3.1.3.2 | PROCEDIMENTO DE CÁLCULO E DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA | 34 |
| 3.1.4 | BONIFICAÇÕES | 35 |
| 3.1.5 | PRÉ-REQUISITOS GERAIS | 35 |
| 3.1.6 | CLASSIFICAÇÃO GERAL E PONTAÇÃO TOTAL | 36 |
| 3.1.6.1 | EqNumV | 36 |
| 3.1.6.2 | Pontuação Total | 37 |
| 3.2 | WEB PRESCRITIVO | 38 |
| 4 | ESTUDO DE CASO | 40 |
| 4.1 | CENTRO DE CULTURA E CONVENÇÕES UFSCAR | 40 |

| | |
|--|----|
| 4.1.1 PRÉ REQUISITOS GERAIS | 41 |
| 4.1.2 ENVOLTÓRIA | 41 |
| 4.1.2.1 PRÉ REQUISITOS E CÁLCULO | 41 |
| 4.1.2.1.1 TRÂMISMITÂNCIA TÉRMICA | 41 |
| 4.1.2.1.2 PERCENTUAL DE ABERTURA ZENITAL E FATOR SOLAR | 43 |
| 4.1.2.1.3 ABSORTÂNCIA (@) | 43 |
| 4.1.2.1.4 FATOR SOLAR (FS)..... | 44 |
| 4.1.2.1.5 ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA..... | 45 |
| 4.1.2.1.6 ÁREA PROJEÇÃO DA COBERTURA..... | 45 |
| 4.1.2.1.7 ÁREA PROJEÇÃO DO EDIFÍCIO | 45 |
| 4.1.2.1.8 ÁREA ENVOLTÓRIA..... | 45 |
| 4.1.2.1.9 VOLUME TOTAL DA EDIFICAÇÃO | 46 |
| 4.1.2.1.10 PERCENTUAIS DE ABERTURAS DAS FACHADAS | 46 |
| 4.1.2.1.11 ÂNGULOS DE SOMBREAMENTO | 46 |
| 4.1.3 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO | 47 |
| 4.1.3.1 PRÉ REQUISITOS E CÁLCULO | 47 |
| 4.1.3.1.1 PERCENTUAL DE ABERTURA ZENITAL E FATOR SOLAR | 47 |
| 4.1.3.1.2 MÉTODO DAS ATIVIDADES E DPI..... | 47 |
| 4.1.4 SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR | 51 |
| 4.1.4.1 PRÉ REQUISITOS E CÁLCULO | 51 |
| 4.1.4.1.1 ISOLAMENTO TÉRMICO DAS TUBULAÇÕES..... | 51 |
| 4.1.4.1.2 AQUECIMENTO ARTIFICIAL..... | 51 |
| 4.1.4.1.3 CONDICIONADORES DE AR | 51 |
| 4.1.4.1.4 ÁREA ÚTIL (AU) | 52 |
| 4.1.4.1.5 ÁREA CONDICIONADA (AC)..... | 52 |
| 4.1.6 BONIFICAÇÕES | 52 |
| 5 RESULTADOS | 53 |
| 5.1 PRÉ REQUISITOS GERAIS | 53 |
| 5.2 ENVOLTÓRIA | 53 |
| 5.2.1 CONSIDERAÇÃO DOS ÂNGULOS DE SOMBREAMENTO | 54 |
| 5.2.2 RESULTADOS ENVOLTÓRIA WEB PRESCRITIVO..... | 54 |
| 5.3 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO | 54 |
| 5.3.1 RESULTADO DA ILUMINAÇÃO NO WEB PRESCRITIVO | 55 |
| 5.4 SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR | 56 |
| 5.4.1 RESULTADOS DO SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR | 56 |
| 5.4.2 CONSIDERAÇÃO SOBRE OS APARELHOS DE AR..... | 57 |
| 5.5 ETIQUETA GERAL | 57 |
| 5.5.1 RESULTADO DA ETIQUETA GERAL..... | 57 |
| 6 MELHORIAS | 58 |
| 6.1 ABSORTÂNCIA TÉRMICA DAS PAREDES | 58 |
| 6.2 BONIFICAÇÕES | 59 |
| 7 CONCLUSÕES | 59 |

| | |
|---|----|
| 7.1 LEVANTAMENTO E CLASSIFICAÇÃO GERAL | 59 |
| 7.4 POTENCIAL DE CLASSIFICAÇÃO NÍVEL A | 60 |
| 7.3 ETIQUETA DE PROJETO X ETIQUETA DE EDIFICAÇÃO CONSTRUÍDA..... | 60 |
| 7.4 TRABALHOS FUTUROS | 60 |
| 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 61 |
| 9 APÊNDICES..... | 63 |
| 9.1 ABERTURA..... | 63 |
| 9.2 AMBIENTES..... | 63 |
| 9.3 AMBIENTES CONDICIONADOS..... | 64 |
| 9.4 AMBIENTES DE PERMANÊNCIA PROLONGADA | 64 |
| 9.5 ÂNGULOS DE SOMBREAMENTO..... | 64 |
| 9.5 ÁREAS CONDICIONADAS (AC) [m ²]..... | 64 |
| 9.7 ÁREA NÃO CONDICIONADA (ANC) [m ²] | 64 |
| 9.8 ÁREA DA ENVOLTÓRIA (AENV) [m ²]..... | 65 |
| 9.9 ÁREA DE PERMANÊNCIA TRANSITÓRIA (APT) [m ²] | 65 |
| 9.10 ÁREA DE PROJEÇÃO DA COBERTURA (Apcob) [m ²] | 65 |
| 9.11 ÁREA DE PROJEÇÃO DA EDIFICAÇÃO (Ape) [m ²] | 65 |
| 9.12 ÁREA ÚTIL(AU) [m ²] | 65 |
| 9.13 ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA (Atot) [m ²]..... | 66 |
| 9.14 DENSIDADE DE POTÊNCIA DE ILUMINAÇÃO (DPI) e DENSIDADE DE POTÊNCIA DE ILUMINAÇÃO LIMITE (DPIL) [W/m ²] | 66 |
| 9.15 ENVOLTÓRIA (ENV) | 66 |
| 9.16 FACHADA | 66 |
| 9.17 FATOR ALTURA (FA) | 66 |
| 9.18 FATOR FORMA (FF) | 67 |
| 9.19 FATOR SOLAR (FS)..... | 67 |
| 9.20 PAREDES EXTERNAS..... | 67 |
| 9.21 PERCENTUAL DE ABERTURA ZENITAL (PAZ) [%]..... | 67 |
| 9.22 PERCENTUAL DE ÁREA DE ABERTURA NA FACHADA TOTAL (PAFT) [%]..... | 67 |
| 9.23 SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR (CA)..... | 67 |
| 9.24 TRÂMISMITÂNCIA TÉRMICA (U) [W/(m ² K)] | 67 |
| 9.25 ABSORTÂNCIA TÉRMICA (@) | 67 |
| 9.26 VOLUME TOTAL DA EDIFICAÇÃO (Vtot) [m ³] | 68 |
| 9.27 EQUIVALENTE NUMÉRTICO (EqNum)..... | 68 |
| 9.28 INDICADOR DE CONSUMO DA ENVOLTÓRIA (ICEnv)..... | 68 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 A QUESTÃO ENERGÉTICA E A CERTIFICAÇÃO DE EDIFICAÇÕES

Conforme o Guia para Etiquetagem de Edifícios Volume 1 (2015), publicado pelo Ministério do Meio Ambiente, somente as cidades consomem cerca de 50% da energia produzida mundialmente, além disso, essas mesmas cidades produzem 50% dos resíduos sólidos gerados no planeta e emitem 75% dos gases que geram o efeito estufa

Fica clara a necessidade de se buscar alternativas que não somente transformem o processo da construção, mas que mudem também aquilo que está sendo construído, ou seja, a edificação entregue ao cliente precisa ser cada vez mais responsável ecologicamente, não basta apenas ser construída de maneira mais sustentável sua utilização e manutenção também precisa ser mais ecológica.

Nesse sentido, os selos de certificação ambiental aparecem como norteadores de um caminho mais verde.

1.2 SELOS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL

Os selos de certificação ambiental surgem como resultado de um esforço mundial de medir de alguma maneira como um produto ou um serviço impacta o meio ambiente além disso fornece um novo parâmetro avaliativo ao usuário, que pode perceber agora como a edificação se comporta no quesito sustentabilidade e eficiência energética.

No Brasil, os selos de certificação para edificações públicas mais conhecidos e utilizados atualmente são:

- Certificação LEED
- Certificação AQUA-HQE
- Selo Procel Edifica

O panorama dos selos de certificação ambiental em território nacional é de certa forma recente, se comparado ao resto do mundo, atualmente o selo LEED é o mais utilizado, seguido pelo AQUA, porém a cada ano que passa o Procel Edifica vem ganhando importância e relevância, sendo um método totalmente nacional, com parâmetros específicos para a realidade nacional e

para cada zona bioclimática do país, além disso o Procel Edifica atua em paralelo com planos nacionais da redução do consumo de energia elétrica, neste caso, a economia é prevista nas edificações. (MEDEIROS, 2013)

1.3 JUSTIFICATIVA

A construção civil é o setor mais consome recursos naturais, é responsável por mais da metade dos resíduos sólidos gerados em todo mundo. Por conta desses fatores, a indústria da construção civil vem buscando reduzir o consumo de materiais, resíduos e energia e pretendendo aumentar o desempenho das edificações quanto a sustentabilidade. (CAMPOS, 2018).

De acordo com Mendes (2014), as agendas de sustentabilidades que foram surgindo ao longo do tempo, forçaram a necessidade de mudanças no setor da construção civil, métodos avaliativos que visam entender os impactos das construções sobre o meio ambiente foram criados, dentre eles o PROCEL EDIFICA.

As certificações ambientais buscam a redução do consumo de recursos naturais, diminuição da energia envolvida, o aumento da durabilidade e conforto das construções, a capacidade de adaptação às mudanças de necessidades do usuário, a viabilidade de desmonte e a reciclagem e/ou reutilização dos materiais e componentes. (SOUZA, 2008)

Diferentemente das reformas simples, o retrofit sustentável é uma reforma predial que visa melhorar a edificação, com o emprego de tecnologia e novos materiais buscando melhorias para a edificação, aumentando sua vida útil e o conforto para o usuário e para o meio ambiente. (CARVALHO, 2013)

Um estudo de SILVA, I. M. C. F.; NETO, A. D. DE. L. T.; GOLVEIA, L. P. R. (2018) concluí que as certificações ambientais, entre elas o PROCEL EDIFICA, são de extrema relevância atualmente, melhorando o desempenho das edificações, e conseqüentemente, valorizando o valor de mercado delas enquanto diminui recursos e promove uma melhor experiência aos usuários. Concluem também que as práticas de retrofit devem ser incentivadas entre os profissionais da engenharia civil e disseminadas para que se tornem uma realidade cada vez mais presente.

A Portaria nº 42, de 24 de fevereiro de 2021 determina que todas as edificações públicas a partir de 2025 precisaram ter o selo procel edifica, valido para novas edificações e para edificações que forem passar por reforma.

1.4 OBJETIVOS

Este presente trabalho tem como objetivo classificar o Centro de Convenções da UFSCar São Carlos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo sistema de certificação ambiental Procel Edifica, pelo método prescritivo através dos Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), e estimar o potencial de economia energética da edificação.

Para tal análise, os objetivos necessários são:

- Levantar as informações referentes aos componentes do edifício avaliadas no PROCEL EDIFICA: envoltória, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar.
- Analisar as informações levantadas e classificar o Centro de Convenções da UFSCar de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo programa de etiquetagem.
- Identificar os pontos a serem melhorados.
- Enumerar o potencial energético ganho com as melhorias propostas

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CERTIFICAÇÃO LEED

A certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) é uma bonificação internacional, presente em mais de 160 países, desenvolvida pela U. S. Green Building Council (USGBC) em 1998 e lançada em 1999. Atualmente se encontra na versão 4.1. A certificação é pautada em um nivelamento mínimo, correspondente a pré-requisitos obrigatórios e requisitos extras. (GBCBRASIL, 2021)

Temos 4 tipologias diferentes avaliadas:

Figura 1 : Tipologias avaliadas no sistema LEED



Fonte: (GBC BRASIL, 2021)

Dentro dessas 4 tipologias diferentes são avaliadas 8 áreas, cada uma dessas áreas com itens obrigatórios, que precisam ser atingidos para que o empreendimento seja classificado e itens opcionais com pontuação, em que cada edificação pode ou não atingir uma determinada pontuação e obter uma melhor classificação final. As áreas avaliadas são:

Figura 2: Áreas avaliadas no sistema LEED



Fonte: (GBC BRASIL, 2021)

As áreas avaliadas podem sofrer uma pequena variação de um tipo de certificação para outra, por exemplo, Localização e Transporte ter uma pontuação para Novas Construções + Grandes Reformas (BD+C) e outra para Bairros (ND), isso acontece por particularidades de consideração. Vale ressaltar que no final, independente da tipologia avaliada, a pontuação é de 0-110.

Na figura abaixo a pontuação para cada área analisada da tipologia Novas Construções + Grandes Reformas (BD+C).

Figura 3: Pontuação para Novas Construções no sistema LEED

| LEED® 2009 for New Construction and Major Renovations | |
|--|-------------|
| Total Possible Points** | 110* |
|  Sustainable Sites | 26 |
|  Water Efficiency | 10 |
|  Energy & Atmosphere | 35 |
|  Materials & Resources | 14 |
|  Indoor Environmental Quality | 15 |
| <i>* Out of a possible 100 points + 10 bonus points</i> | |
| <i>** Certified 40+ points, Silver 50+ points, Gold 60+ points, Platinum 80+ points</i> | |
|  Innovation in Design | 6 |
|  Regional Priority | 4 |

Fonte: (GBC BRASIL, 2021) 1

E na figura abaixo o exemplo do Selo de Certificação para cada grupo de pontuação.

Figura 4: Imagem do selo de Certificação LEED



Fonte: (Manual RTQ-C, 2017)

2.2 CERTIFICAÇÃO AQUA-HQE

A Certificação AQUA-HQE é uma certificação de origem FRANCESA, que foi adaptada, em uma parceria da Fundação Vanzolini com a Escola Politécnica da USP, para a realidade Brasileira. Eles levaram em conta, cultura, climas, normas e leis nacionais. A fundação Vanzolini, através de auditorias presenciais e autônomas, garante e confere o processo de obtenção do selo AQUA, com parâmetros nacionais, e partir dessa certificação, através de um acordo de cooperação com a Cerway, é certificado também um documento de validade internacional, o HQE, conferindo o status do selo AQUA-HQE. (VANZOLINI, 2021)

A fundação Vanzolini (2021), determina que o processo de obtenção do selo pode ser feito para 2 ciclos distintos:

Ciclo construção: para edificações novas

Ciclo operação: para edificações existentes

2.3 PROCEL EDIFICA

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) é um programa de governo, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e executado pela Eletrobras. Foi instituído em 30 de dezembro de 1985, pela Portaria Interministerial nº 1.877, para promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício. (PROCEL)

Em 2003, foi instituído o PROCEL Edifica, um subprograma do PROCEL, e reuniu o Ministério de Minas e Energia, Ministério das Cidades, Universidades, Centros de Pesquisa, Entidades das áreas Governamental, Tecnológica, Econômica e de Desenvolvimento, além do setor de Construção Civil, que de forma conjunta, atuam em 6 frentes: Capacitação, Tecnologia, Disseminação, Regulamentação, Habitação e Eficiência Energética e Planejamento. O programa busca incentivar e promover a conservação e o usos recursos naturais nas edificações, reduzindo o consumo energético e o desperdício e assim diminuindo os impactos da construção civil no meio ambiente. (PBE EDIFICA).

2.3.1 O PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM (PBE)

Em 1984, buscando racionalizar o uso de energia no Brasil, o INMETRO iniciou uma série de discussões voltadas a criação de métodos de avaliação de

eficiência energética de produtos disponíveis no mercado e a divulgação dos resultados para o mercado nacional. (INMETRO)

Assim nascia o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), atualmente o programa é composto por 28 frentes de etiquetagem, que vão desde eletrodomésticos até veículos e edificações. Os programas do PBE atuam em parceria com o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET), e o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), ambos são iniciativas governamentais, de responsabilidade da Petrobras e da Eletrobras respectivamente, e premiam os produtos mais eficiente de acordo com a etiquetagem do INMETRO. (PBE EDIFICA)

2.3.2 PBE EDIFICA

O Decreto nº 4059/2001, ao regulamentar a Lei nº. 10.295/2001, lei de eficiência energética, criou o “Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações no País”(GT-Edificações) com o objetivo de organizar e regulamentar métodos de avaliação da eficiência energética em edificações construídas no Brasil com foco em uso racional da energia elétrica. (PROCEL)

Ao final de 2005, foi criada a Secretaria Técnica de Edificações (ST Edificações), com competência para discutir a eficiência energética e os indicadores e requisitos envolvidos há um nível técnico, de modo a evitar interferências por interesses mercadológicos. O programa Procel Edifica, vigente desde 2003, foi nomeado coordenador da ST, e em 2005, o Inmetro passou a compor o processo através da Comissão Técnica de edificações (CT), que discute o processo de obtenção de etiquetas para edificações. Então, desenvolveu-se os Requisitos Técnicos da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R), que são os requisitos e parâmetros estabelecidos que vão ditar como a edificação é avaliada, ou seja, quais parâmetros são considerados, o que são esses parâmetros e como eles são calculados, e os documentos complementares, como os Requisitos de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações (RAC). (PROCEL).

A figura abaixo, ilustra como foi a linha do tempo do PBE Edifica:



Fonte: (Procel Edifica, 2021) 1

2.3.3 ETIQUETA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA (ENCE)

A etiquetagem ocorre de forma voluntária e é aplicável a qualquer tipo de edificação que contemple uso humano. As etiquetas são sucessivas, para a fase de projeto e fase de edificação construída, para edificações já construídas, é possível obter apenas a ENCE de Edificação Construída. (PROCEL)

2.3.4 SISTEMAS AVALIADOS NO ENCE

Atualmente, os Requisitos Técnicos da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), que estabelecem os parâmetros mínimos para obtenção da ENCE, exigem que sejam avaliadas em três grupos principais: **envoltória, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar**, avaliados separadamente, obtendo-se níveis de eficiência parciais e que combinados resultam em uma ENCE geral para o edifício. Há também a possibilidade de se obter pontos extras, através de bonificações, sendo esse um critério facultativo e que apenas adiciona pontos na classificação final. (PROCEL, grifo nosso)

Envoltória: envolve todos os sistemas externos a edificação e acima do nível do solo, como paredes externas e coberturas, complementados pelo volume, área de piso e orientação das fachadas. São avaliadas características dos materiais adotado, como: cores e absorvância da superfície e iluminação zenital, também são avaliadas características construtivas, como: percentual de abertura na fachada, ventilação natural e ângulos de sombreamento. Algumas características e parâmetros adotados são em função da zona bioclimática da edificação. (PROCEL EDIFICA, grifo nosso)

Sistema de Iluminação: avalia a densidade de potência instalada (DPI), que variam dependendo do uso, e depende de fatores como: utilização da iluminação natural, divisão dos circuitos e acionamento e desligamento automáticos dos sistemas de iluminação. (PROCEL, grifo nosso)

Sistema de Condicionamento de Ar: avalia a capacidade dos equipamentos e depende de fatores como: o isolamento dos dutos e eficiência dos equipamentos. (PROCEL EDIFICA, grifo nosso)

Bonificações: contemplam medidas que visam melhorar a eficiência energética da edificação. São elas: racionamento de água, elevadores que possuam classificação A segundo a norma VDI4707, sistemas de cogeração de energia e a utilização de energia renovável. (PROCEL EDIFICA, grifo nosso)

As avaliações do sistema de iluminação e condicionamento de ar, podem ser realizadas apenas para uma parte da edificação, quando desejadas, mas na etiqueta deve estar indicado a área certificada de maneira clara. Enquanto para a envoltória, deve ser realizada uma classificação envolvendo toda a área externa da edificação. (PROCEL)

2.3.5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DOS RTQ'S

Os projetos podem ser inspecionados por dois métodos, prescritivo e através de simulação termo energética.

Método Prescritivo: avalia a edificação, ou parte dela, através de parâmetros estabelecidos pelos Relatórios técnicos de qualidade (RTQ), para cada tipo de edificação, a partir de um conjunto de regras, equações e tabelas que classificam o nível de eficiência energética da edificação para o seu uso e localização. Cada um dos sistemas corresponde a uma percentagem da classificação final: envoltória 30%, sistema de iluminação 30% e sistema de condicionamento de ar 40% da nota. Por seguir um padrão, acaba sendo generalista, principalmente em aspectos que dizem respeito a volumetria. (PROCEL EDIFICA, grifo nosso)

Método de simulação: São gerados dois modelos computacionais, um que

representa a edificação real, de projeto, e um modelo que baseado no método prescritivo. Comparando-se o consumo anual de energia elétrica, para os dois modelos simulados, o consumo da simulação da edificação real, de projeto, deve ser menor que o do modelo prescritivo. Esse método é indicado para os seguintes casos: edificações com volumes incomuns, podendo ser grandes ou pequenos, edifícios com grandes áreas de vidro ou com proteções solares específicas. (PROCEL EDIFICA, grifo nosso)

Vale ressaltar que os métodos podem ser feitos de maneira combinada para as diferentes frentes avaliadas, porém devem obedecer às combinações disponíveis autorizadas pela Procel Edifica. As combinações podem ser vistas na figura 2:

Figura 6: Combinações de avaliações para a etiquetagem

| ENVOLTÓRIA | SISTEMA DE ILUMINAÇÃO | SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR |
|--------------------|-----------------------|----------------------------------|
| método prescritivo | método prescritivo | método prescritivo |
| método simulação | método simulação | método simulação |
| método simulação | método prescritivo | método prescritivo |

Fonte: (Procel Edifica, 2021)

2.3.6 ETAPAS DO PROCESSO DE ETIQUETAGEM

Para entender o processo de etiquetagem, é necessária a compreensão do que é um Organismo de Inspeção Acreditado (OIA) pelo Inmetro. São organismos capazes de avaliar os Requisitos de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações (RAC) e aferir se as exigências do Relatório Técnico de Qualidade (RTQ) foram atingidas, podendo assim classificar a edificação de acordo com o PBE Edifica. (PROCEL)

De acordo com o Manual de etiquetagem para edificações públicas (PROCEL), o processo acontece da seguinte forma:

- O solicitante, responsável pela edificação que deseja obter as ENCES, encaminha uma solicitação, contendo todos os documentos necessários, tais como: formulário de solicitação de etiquetagem, termo de compromisso, cópia de contrato,

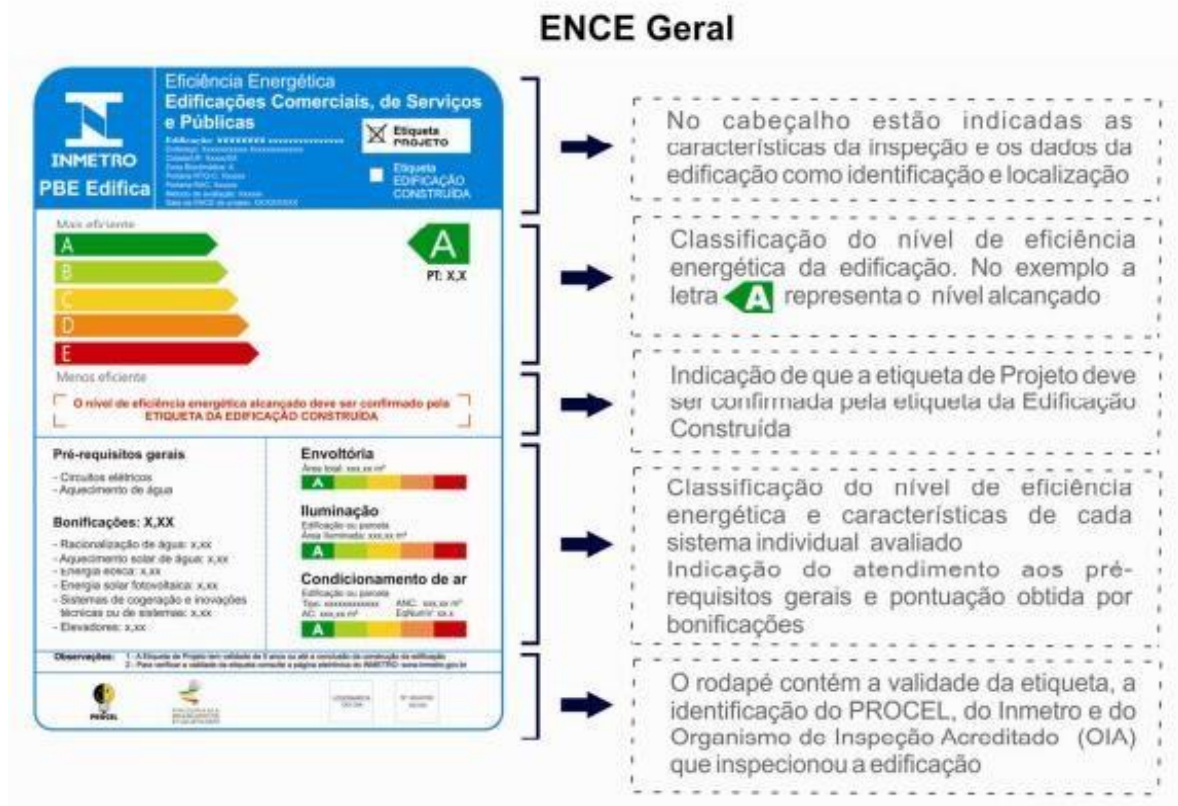
declaração de ART, para etiquetas de projeto é necessário um quadro resumo do projeto e para etiquetas de edificações concluídas é preciso o alvará de conclusão da obra. O OIA pode solicitar outros documentos, quando julgar necessário

- O OIA responsável, analisa cada caso e retorna ao solicitante os relatórios de inspeção detalhados, no caso de edificações construídas, a visita é in loco, e emite as etiquetas de classificação energética.
- A ENCE é enviada ao Inmetro, que registra a mesma em um banco de dados online e a disponibiliza para consulta pública.

2.3.7 IDENTIDADE VISUAL DA ENCE

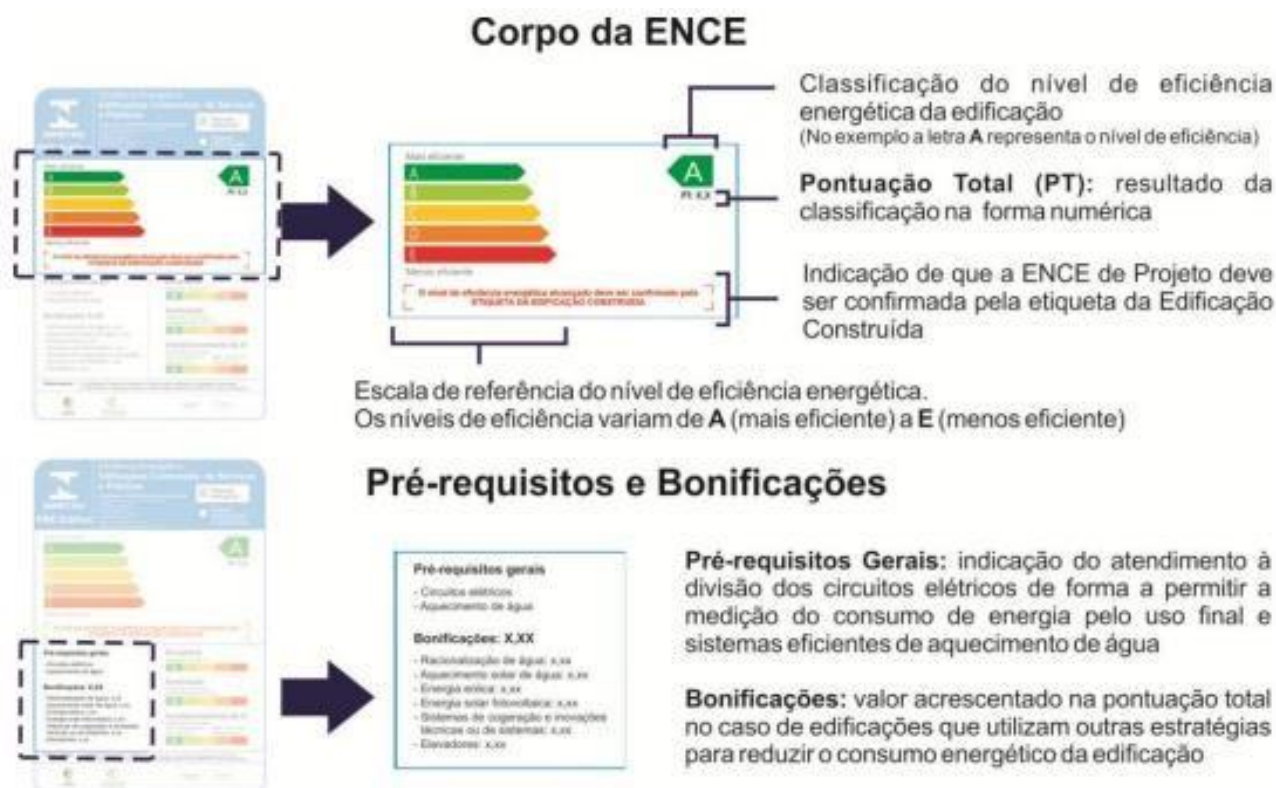
A etiqueta nacional de classificação energética, segue um padrão, e fornece aos consumidores um resumo das condições daquela edificação e sua classificação. As figuras abaixo detalham como é uma etiqueta:

Figura 7: Identidade visual da ENCE Geral



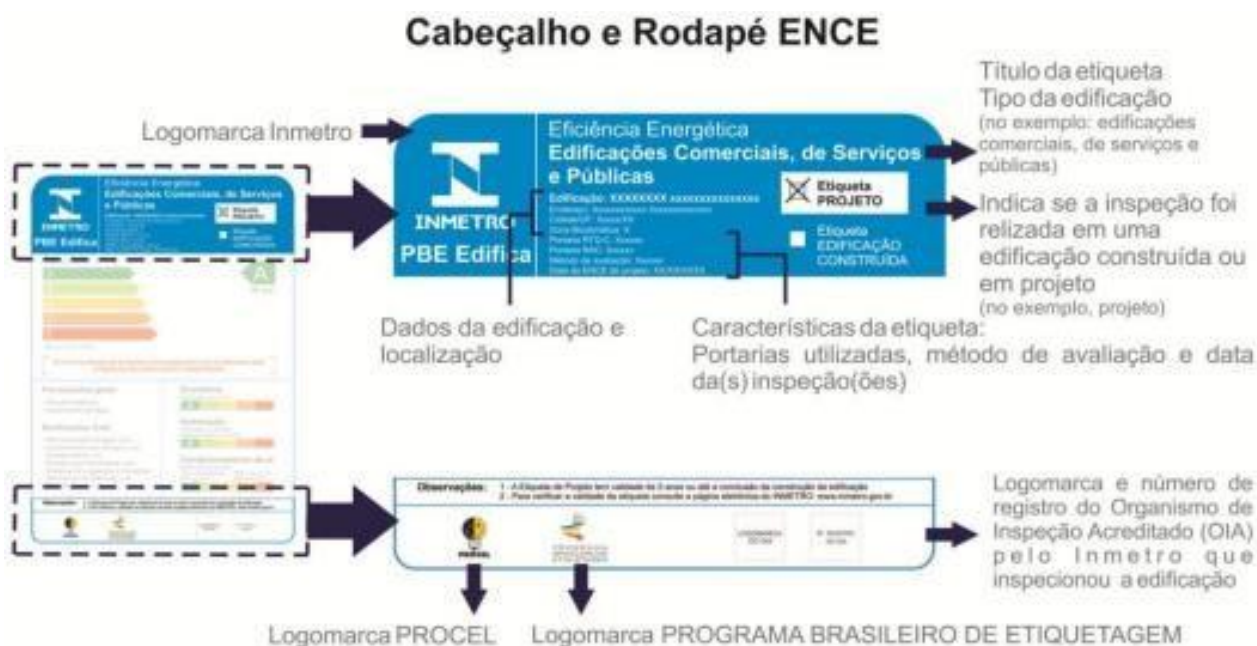
Fonte: (Procel Edifica, 2021)

Figura 8: Corpo da ENCE



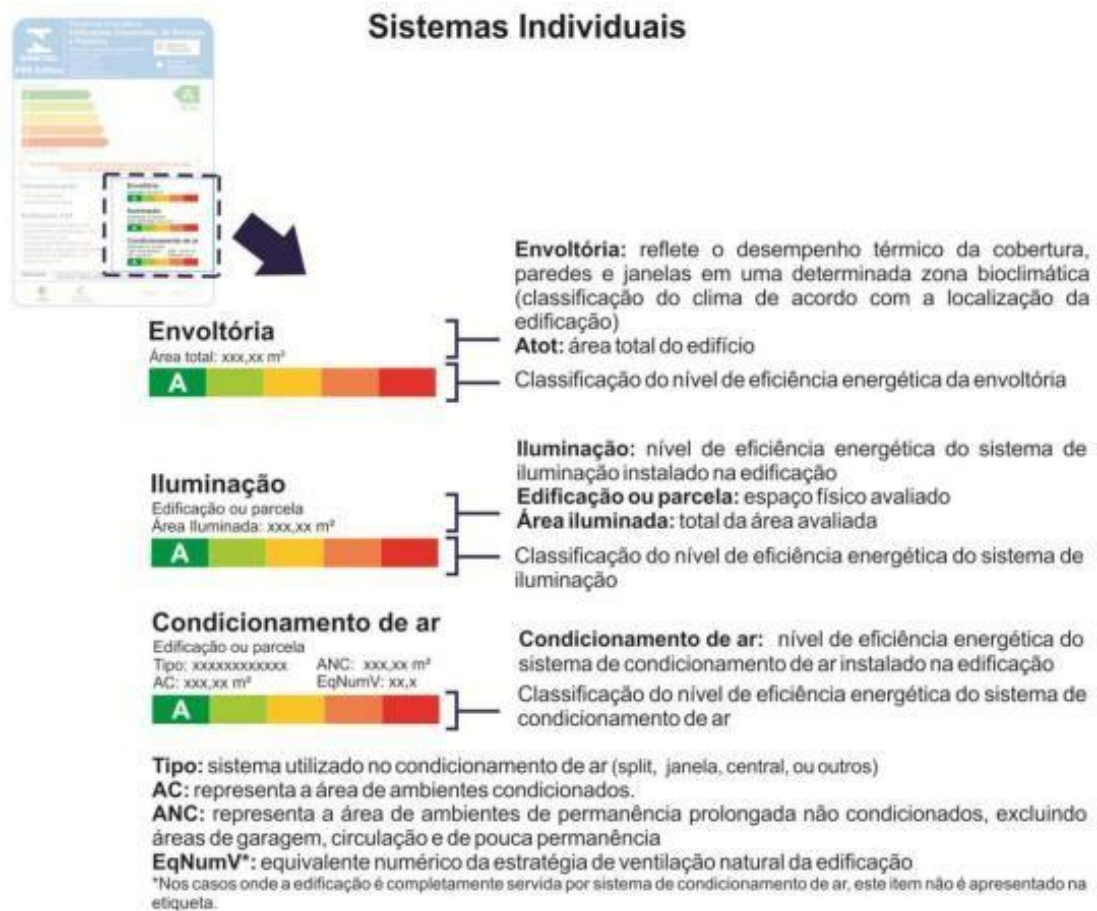
Fonte: (Procel Edifica, 2021)

Figura 9: Cabeçalho e rodapé da ENCE



Fonte: (Procel Edifica, 2021)

Figura 10: Sistemas individuais da ENCE



Fonte: (Procel Edifica, 2021)

2.3.8. VANTAGENS DA ETIQUETAGEM

Segundo estudos da etiquetagem de edifícios, a adequação aos padrões de qualidade classificados como A, resulta em ganhos de consumo energético até 50% no caso de edificações novas, e de até 30% para edificações existentes reformadas.

Além da economia na energia elétrica, há uma melhora do conforto térmico e lumínico do ambiente. (PROCEL)

Através da ENCE o conhecimento do nível de eficiência energética é transformado em um dado público, assim, é permitido ao consumidor comparar diferentes edificações, auxiliando na tomada de decisões. (PROCEL)

Auxilia o crescimento econômico do país com o controle do consumo de energia, e serve como ferramenta para que o Governo estabeleça índices mínimos e oriente novas políticas e projetos de eficiência energética, buscando resultados cada vez mais satisfatórios. (PROCEL)

2.3.9 PBE EDIFICA E O SELO PROCEL EDIFICAÇÕES

A etiqueta PBE Edifica, faz parte do programa brasileiro de etiquetagem, e evidencia o atendimento aos requisitos mínimos dos regulamentos técnicos (RTQ's). Outorgada pelo Inmetro, as etiquetas evidenciam o nível de eficiência energética e podem ser solicitadas por praticamente todas as edificações. (PROCEL)

O Selo Procel Edificações, outorgado pela Eletrobras, tem o objetivo de premiar as melhores edificações, aquelas que apresentam níveis de eficiência energética de classificação A em todas as categorias avaliadas. (PROCEL)

2.5. QUANTIDADE DE PROJETOS POR CERTIFICAÇÃO

No site da Procel Edifica, <http://pbeedifica.com.br/>, é possível consultar quais são as edificações comerciais públicas e de serviços etiquetadas no Brasil.

Para edificações avaliadas pelo método prescritivo, há um total de 193 etiquetadas com pelo menos uma das etiquetas e 63 edificações avaliadas com classificação geral nível A e conseqüentemente detentoras do selo Procel Edifica.

3 METODOLOGIA

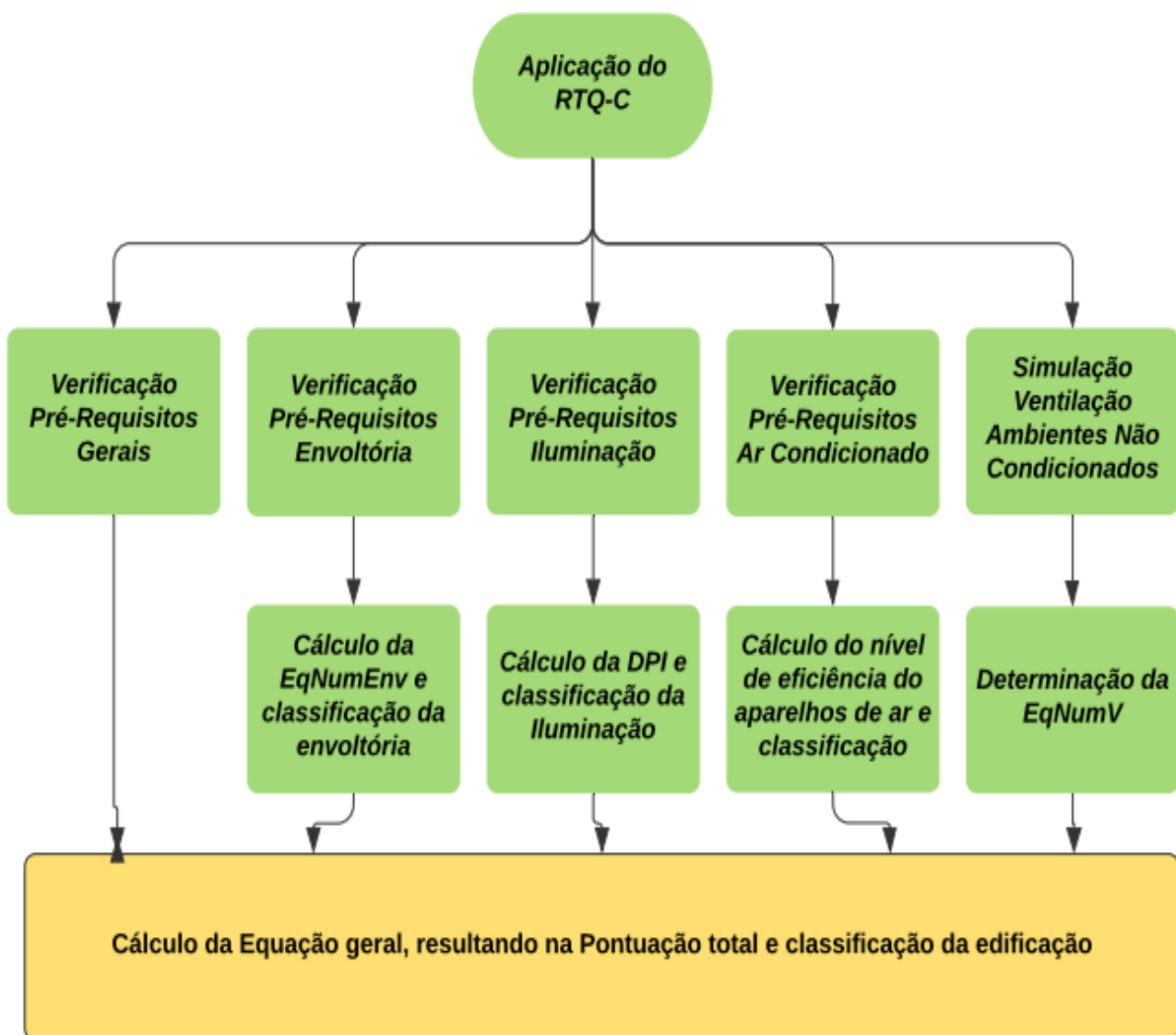
3.1 MÉTODO PRESCRITIVO PARA PROJETO

O método prescritivo se estabelece através de equações para cada uma das frentes avaliadas: envoltória, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar. E de uma equação geral que classifica a edificação como um todo. O presente trabalho utilizou o Manual de Aplicação do RTQ-C para Edificações Comerciais, Públicas e de Serviço, versão 4 de abril de 2017, publicado pela PROCEL EDIFICA.

A classificação da edificação pode ser feita para o projeto e posteriormente para edificação construída, o presente trabalho por motivos de pandemia, fez a classificação da edificação com base nos projetos disponíveis

A figura abaixo mostra o fluxograma resumido do processo de classificação através do Manual RTQ-C.

Figura 11: Fluxograma de Aplicação do RTQ-C



Fonte: Autor

3.1.2 ENVOLTÓRIA

A classificação da envoltória na etiquetagem é feita através do ICEnv e além disso são estabelecidos alguns requisitos e parâmetros mínimos para os níveis de classificação pretendidos.

3.1.2.1 PRÉ REQUISITOS

A tabela abaixo resume quais tipos de pré-requisitos são necessários para cada nível de classificação previsto no sistema de etiquetagem.

Tabela 1: Síntese dos pré-requisitos específicos da envoltória

| Nível de Eficiência | Trânsmitância térmica (Cobertura e Paredes Exteriores) | Cores e Absortância de Superfícies | Iluminação Zenital |
|---------------------|--|------------------------------------|--------------------|
| A | X | X | X |
| B | X | X | X |
| C e D | X | | |

Fonte: Adaptada Procel Edifica

- **Transmitância Térmica (U):**

A tabela abaixo resume os valores de transmitância necessário, tanto para cobertura, ambientes condicionados artificialmente e não condicionados, quanto para as paredes externas, valores estes referentes a Zona Bioclimática 4, na qual se encontra a cidade de São Carlos.

Tabela 2: Valores limites de transmitância térmica para zona bioclimática 4

| Nível de Eficiência | Trasmitância térmica Máxima Zona Bioclimática 4 [W/(m²K)] | | |
|---------------------|---|-------------------------------------|------------------|
| | Cobertura Ambiente Codicionado | Cobertura Ambiente Não Condicionado | Paredes Externas |
| A | 1 | 2 | 3,7 |
| B | 1,5 | 2 | 3,7 |
| C e D | 2 | 2 | |

Fonte: Adaptada Procel Edifica

- **Absortância térmica (@):**

A tabela abaixo resume os valores máximos de absortância para cada nível de classificação:

Tabela 3: Valores limite de cores e absortância térmica

| Nível de Eficiência | Cores e Absortância de Superfície | |
|---------------------|-----------------------------------|------------------|
| | Coberturas | Paredes Externas |
| A | 0,5 | 0,5 |
| B | 0,5 | 0,5 |
| C e D | 2 | |

Fonte: Adaptada Procel Edifica

- **Iluminação Zenital:**

Abertura zenitais são aberturas com fechamento de vidro presentes na cobertura, ao mesmo tempo que permitem a entrada da luz natural, diminuindo o

gasto energético com iluminação, proporcionam o aumento da carga térmica podendo gerar um aquecimento desnecessário da edificação, por isso o percentual de abertura, metros quadrados de abertura por metros quadrados de cobertura opaca, é medido.

Além do Percentual de Abertura Zenital (PAZ), também é considerado o Fator Solar (FS), que é a razão entre o ganho de calor que entra em um edifício através de uma abertura e a radiação incidente sobre essa abertura, esse valor é fornecido pelos próprios fabricantes do vidro.

A medida que ocorre um maior percentual de abertura, o fator solar tem que ser menor para garantir que uma menor quantidade de calor entre no edifício.

A tabela abaixo resume os limites do PAZ e FS, ambos são iguais para o nível A e B.

Tabela 4: Limites de PAZ E FS

| | | | | |
|-----|--------|----------|----------|----------|
| PAZ | 0 a 2% | 2,1 a 3% | 3,1 a 4% | 4,1 a 5% |
| FS | 0,87 | 0,67 | 0,52 | 0,3 |

Fonte: Adaptada Procel Edifica

3.1.2.2 PROCEDIMENTO DE CÁLCULO E DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA

Para o cálculo da eficiência da envoltória, é levado em conta a zona bioclimática da edificação e sua área. Para a zona bioclimática 4 e edificações superiores a 500m² a equação é a descrita abaixo:

$$ICenv = 511,12FA + 0,92FF - 95,71PAFT - 99,79FS - 0,52AVS - 0,29AHS - 380,83 \cdot FF \cdot FA + \frac{4,27}{FF} + 728,20PAFT \cdot FS + 77,15$$

Onde:

ICenv: Indicador de Consumo da envoltória

FA: Fator Altura (A_{pcob}/A_{tot})

FF: Fator Forma (A_{env}/V_{tot})

FS: Fator solar

PAFt: Percentual de abertura na Fachada total

AVS: Ângulo vertical de sombreamento

AHS: Ângulo horizontal de sombreamento

Depois de calculado o ICenv com os dados do projeto do edifício, calcula-se o ICmaxD e o ICmin através de valores de PAFT, FS, AVS E AHS previamente estabelecidos pela Procel Edifica. Esses valores de de indicadores de consume servem para estabelecer como essa mesma edificação se comportaria em um cenário ótimo de aproveitamento energético e em um cenário não tão favorável. Os parâmetros utilizados na equação do ICmaxD e Icmín estão descritos na tabela abaixo:

Tabela 5: Parâmetros para ICmaxD e ICmin

| | PAFT | FS | AVS | AHS |
|--------|------|------|-----|-----|
| ICmaxD | 0,6 | 0,61 | 0 | 0 |
| Icmín | 0,05 | 0,87 | 0 | 0 |

Fonte: Adaptada Procel Edifica

Com os limites de ICmaxD e ICmin, a diferença entre esses 2 valores é dividida por 4 e se obtém as faixas de classificação de A até E desse edificação, que tem seu valor dado pelo ICenv.

A equação abaixo resume o cálculo dos intervalos de classificação:

$$i = \frac{(ICmaxD - ICmin)}{4}$$

E a tabela abaixo resume como ficam organizados os intervalos de classificação para a presente edificação.

Tabela 6: Intervalos de classificação da envoltória

| Eficiência | A | B | C | D | E |
|-------------------|-------------|----------------------|-----------------------|----------------------|------------------|
| Lim Min | - | ICmaxD - 3i +0,01 | ICmaxD - 2i + 0,01 | ICmaxD - i + 0,01 | ICmaxD + 0,01 |
| Lim Max | ICmaxD - 3i | ICmaxD - 2i | ICmaxD - i | ICmaxD - i | |

Fonte: Adaptada Procel Edifica

Calculado o ICenv basta ver em qual classificação ele se encontra.

3.1.3 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

A iluminação artificial é essencial para o funcionamento de edifícios públicos, permitindo o funcionamento durante a noite e em locais que a luz natural não alcança níveis adequados. Ao mesmo tempo a iluminação artificial gera consumo direto de energia, ao consumir energia para geração de luminosidade, e geral o consumo indireto, ao produzir calor, calor este que precisa ser retirado do ambiente, aumento o consumo da parte disponível pelo condicionamento de ar.

3.1.3.1 PRÉ REQUISITOS

Para a classificação do sistema de iluminação alguns requisitos são necessário, eles estão resumidos na tabela abaixo:

Tabela 7: Síntese dos pré-requisitos da Iluminação

| Nível de Eficiência | Divisão dos Circuitos | Contribuição da Luz Natural | Desligamento Automático |
|---------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|
| A | X | X | X |
| B | X | X | |
| C | X | | |

Fonte: Adaptada Procel Edifica

- **Divisão dos circuitos:**

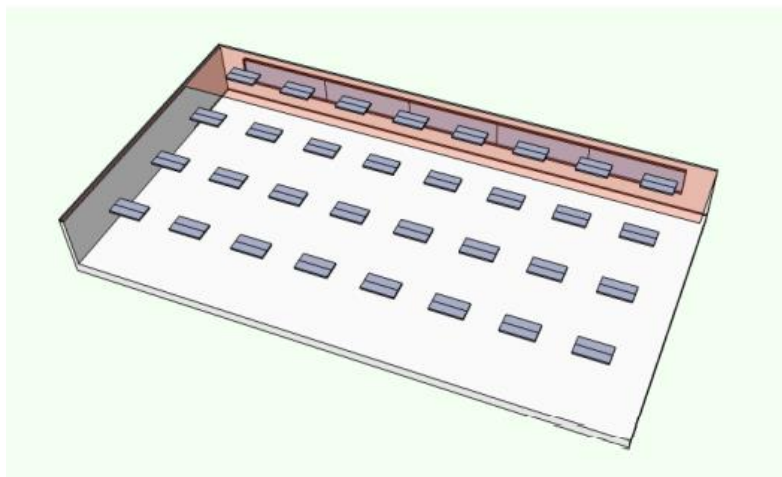
Todo ambiente fechado por paredes ou divisórias até o teto, deve possuir pelo menos um dispositivo de controle manual para acionamento e desligamento do sistema de iluminação interno do ambiente. Este controle deve ser bem localizado e facilmente acessível. Além disso para áreas até 1000m² devemos ter pelo menos um controle para cada 250m² independentes de área e para áreas maiores que 1000m² um controle para cada 1000m².

- **Contribuição da luz natural:**

Ambientes voltados para o ambiente externo ou para átrio não coberto com mais de uma fileira de luminárias paralelas as aberturas, deve possuir controle manual ou automático independente para a fileira de luminárias mais próxima da abertura.

A figura abaixo exemplifica, destacando a fileira próxima a abertura que deve contar acionamento independente.

Figura 12: Fileira independente devido a contribuição da luz natural



Fonte: (Manual RTQ-C, 2017)

- **Desligamento automático:**

Para ambientes maiores que 250m² deve haver algum dispositivo de controle automático que desligue a iluminação, funcionando com alguma das seguintes opções:

- a) Sistema com horário pré-determinado para desligamento
- b) Sensor de presença que desligue a iluminação após 30 minutos de inatividade
- c) Sinal ou alarme indicado que a área não esta ocupada

São exceções: ambientes com funcionamento 24 horas, tratamento e repouso de pacientes, locais em que o desligamento possa comprovadamente prejudicar a integridade dos usuários

3.1.3.2 PROCEDIMENTO DE CÁLCULO E DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA

A avaliação do sistema de iluminação deve ser realizada pelo método das áreas ou pelo método das atividades

3.1.3.2.1 MÉTODO DAS ÁREAS

O método das áreas avalia a edificação como um todo, atribuindo um único valor limite para a edificação. Deve ser utilizada em edifícios com até 3 atividades principais ou para atividades que ocupem 30% ou mais da edificação

O método pode ser resumido da seguinte forma:

- a) Identifica as atividades principais do edifício
- b) Determinar a área iluminada do edifício, em metros quadrados

- c) Determinar a potência instalada nas áreas
- d) Comparar a potência instalada com o nível permitido pelas áreas
- e) Determinar o nível de eficiência

A figura abaixo indica quais as áreas previstas pelo RTQ-C e seu limite de potência para cada nível pretendido

Figura 13: Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPIL) para o nível de eficiência pretendido – Método da Área da edificação

| Função da edificação | Densidade de Potência de Iluminação limite W/m ² (Nível A) | Densidade de Potência de Iluminação limite W/m ² (Nível B) | Densidade de Potência de Iluminação limite W/m ² (Nível C) | Densidade de Potência de Iluminação limite W/m ² (Nível D) |
|-----------------------------|---|---|---|---|
| Academia | 9,5 | 10,9 | 12,4 | 13,8 |
| Armazém | 7,1 | 8,2 | 9,2 | 10,3 |
| Biblioteca | 12,7 | 14,6 | 16,5 | 18,4 |
| Bombeiros | 7,6 | 8,7 | 9,9 | 11,0 |
| Centro de Convenções | 11,6 | 13,3 | 15,1 | 16,8 |
| Cinema | 8,9 | 10,2 | 11,6 | 12,9 |
| Comércio | 15,1 | 17,4 | 19,6 | 21,9 |
| Correios | 9,4 | 10,8 | 12,2 | 13,6 |
| Venda e Locação de Veículos | 8,8 | 10,1 | 11,4 | 12,8 |
| Escola/Universidade | 10,7 | 12,3 | 13,9 | 15,5 |
| Escritório | 9,7 | 11,2 | 12,6 | 14,1 |
| Estádio de esportes | 8,4 | 9,7 | 10,9 | 12,2 |
| Garagem – Ed. Garagem | 2,7 | 3,1 | 3,5 | 3,9 |
| Ginásio | 10,8 | 12,4 | 14,0 | 15,7 |
| Hospedagem, Dormitório | 6,6 | 7,6 | 8,6 | 9,6 |
| Hospital | 13,0 | 15,0 | 16,9 | 18,9 |
| Hotel | 10,8 | 12,4 | 14,0 | 15,7 |
| Igreja/Templo | 11,3 | 13,0 | 14,7 | 16,4 |
| Restaurante | 9,6 | 11,0 | 12,5 | 13,9 |
| Restaurante: Bar/Lazer | 10,7 | 12,3 | 13,9 | 15,5 |
| Restaurante: Fast-food | 9,7 | 11,2 | 12,6 | 14,1 |
| Museu | 11,4 | 13,1 | 14,8 | 16,5 |
| Oficina | 12,9 | 14,8 | 16,8 | 18,7 |
| Penitenciária | 10,4 | 12,0 | 13,5 | 15,1 |
| Posto de Saúde/Clinica | 9,4 | 10,8 | 12,2 | 13,6 |
| Posto Policial | 10,3 | 11,8 | 13,4 | 14,9 |
| Prefeitura – Inst. Gov. | 9,9 | 11,4 | 12,9 | 14,4 |
| Teatro | 15,0 | 17,3 | 19,5 | 21,8 |
| Transportes | 8,3 | 9,5 | 10,8 | 12,0 |
| Tribunal | 11,3 | 13,0 | 14,7 | 16,4 |

Fonte: (Manual RTQ-C, 2017)

3.1.3.2.2 MÉTODO DAS ATIVIDADES

O método das atividades, avalia cada sistema separadamente no edifício. O processo acaba sendo o mesmo do método das áreas, com a observação que o método das atividades acaba sendo mais preciso e assertivo, pois apresenta uma melhor descrição da edificação e seus níveis de luminosidade.

A figura abaixo indica quais as atividades previstas pelo RTQ-C e seu limite de potência para cada nível pretendido

Figura 14: Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPIL) para o nível de eficiência pretendido – Método das atividades da edificação (Parte 1)

| Ambientes/Atividades | Limite do Ambiente | | DPiL Nível A (W/m ²) | DPiL Nível B (W/m ²) | DPiL Nível C (W/m ²) | DPiL Nível D (W/m ²) |
|---|--------------------|-----|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | K | RCR | | | | |
| Armazém, Atacado | | | | | | |
| Material pequeno/leve | 0,80 | 6 | 10,20 | 12,24 | 14,28 | 16,32 |
| Material médio/volumoso | 1,20 | 4 | 5,00 | 6,00 | 7,0 | 8,00 |
| Átrio - por metro de altura | | | | | | |
| até 12,20 m de altura | - | - | 0,30 ¹ | 0,36 ² | 0,42 ² | 0,48 ² |
| acima de 12,20 m de altura | - | - | 0,20 ² | 0,24 ² | 0,28 ² | 0,32 ² |
| Auditórios e Anfiteatros | | | | | | |
| Auditório | 0,80 | 6 | 8,50 | 10,20 | 11,90 | 13,60 |
| Centro de Convenções | 1,20 | 4 | 8,80 | 10,56 | 12,32 | 14,08 |
| Cinema | 1,20 | 4 | 5,00 | 6,00 | 7,00 | 8,00 |
| Teatro | 0,60 | 8 | 26,20 | 31,44 | 36,68 | 41,92 |
| Banco/Escritório - Área de atividades bancárias | 0,80 | 6 | 14,90 | 17,88 | 20,86 | 23,84 |
| Banheiros | 0,60 | 8 | 5,00 | 6,00 | 7,00 | 8,00 |
| Biblioteca | | | | | | |
| Área de arquivamento | 1,20 | 4 | 7,80 | 9,36 | 10,92 | 12,48 |
| Área de leitura | 1,20 | 4 | 10,00 | 12,00 | 14,00 | 16,00 |
| Área de estantes | 1,20 | 4 | 18,40 | 22,08 | 25,76 | 29,44 |
| Casa de Máquinas | 0,80 | 6 | 6,00 | 7,20 | 8,40 | 9,60 |
| Centro de Convenções - Espaço de exposições | 1,20 | 6 | 15,60 | 18,72 | 21,84 | 24,96 |
| Circulação | <2,4m largura | | 7,10 | 8,52 | 9,94 | 11,36 |
| Comércio | | | | | | |
| Área de vendas | 0,80 | 6 | 18,10 | 21,72 | 25,34 | 28,96 |
| Pátio de área comercial | 1,20 | 4 | 11,80 | 14,16 | 16,52 | 18,88 |
| Provador | 0,60 | 8 | 10,20 | 12,24 | 14,28 | 16,32 |
| Cozinhas | 0,80 | 6 | 10,70 | 12,84 | 14,98 | 17,12 |
| Depósitos | 0,80 | 6 | 5,00 | 6,00 | 7,0 | 8,00 |
| Dormitórios – Alojamentos | 0,60 | 8 | 4,10 | 4,92 | 5,74 | 6,56 |
| Escadas | 0,60 | 10 | 7,40 | 8,88 | 10,36 | 11,84 |
| Escritório | 0,60 | 8 | 11,90 | 14,28 | 16,66 | 19,04 |
| Escritório – Planta livre | 1,20 | 4 | 10,50 | 12,60 | 14,70 | 16,80 |
| Garagem | 1,20 | 4 | 2,00 | 2,40 | 2,80 | 3,20 |
| Ginásio/Academia | | | | | | |
| Área de Ginástica | 1,20 | 4 | 7,80 | 9,36 | 10,92 | 12,48 |
| Arquibancada | 1,20 | 4 | 7,50 | 9,00 | 10,50 | 13,00 |
| Esportes de ringue | 1,20 | 4 | 28,80 | 34,56 | 40,32 | 46,08 |
| Quadra de esportes – classe 4 ² | 1,20 | 4 | 7,80 | 9,36 | 10,92 | 12,48 |
| Quadra de esportes – classe 3 ³ | 1,20 | 4 | 12,90 | 15,48 | 18,06 | 20,64 |
| Quadra de esportes – classe 2 ⁴ | 1,20 | 4 | 20,70 | 24,84 | 28,98 | 33,12 |
| Quadra de esportes – classe 1 ⁵ | 1,20 | 4 | 32,40 | 38,88 | 45,36 | 51,84 |
| Hall de Entrada- Vestibulo | 1,20 | 4 | 8,00 | 9,60 | 11,20 | 12,80 |
| Cinemas | 1,20 | 4 | 8,00 | 9,60 | 11,20 | 12,80 |
| Hotel | 1,20 | 4 | 8,00 | 9,60 | 11,20 | 12,80 |

Fonte: (Manual RTQ-C, 2017)

Figura 15: Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPII) para o nível de eficiência pretendido – Método das atividades da edificação (Parte 2)

| Ambientes/Atividades | Limite do Ambiente | | DPII. Nível A (W/m ²) | DPII. Nível B (W/m ²) | DPII. Nível C (W/m ²) | DPII. Nível D (W/m ²) |
|---|--------------------|-----|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | K | RCR | | | | |
| Salas de Espetáculos | 0,80 | 6 | 8,00 | 9,60 | 11,20 | 12,80 |
| Hospital | | | | | | |
| Circulação | <2,4m largura | | 9,60 | 11,52 | 13,44 | 15,36 |
| Emergência | 0,80 | 6 | 24,30 | 29,16 | 34,02 | 38,88 |
| Enfermaria | 0,80 | 6 | 9,50 | 11,4 | 13,3 | 15,2 |
| Exames/Tratamento | 0,60 | 8 | 17,90 | 21,48 | 25,06 | 28,64 |
| Farmácia | 0,80 | 6 | 12,30 | 14,76 | 17,22 | 19,68 |
| Fisioterapia | 0,80 | 6 | 9,80 | 11,76 | 13,72 | 15,68 |
| Sala de espera, estar | 0,80 | 6 | 11,50 | 13,80 | 16,10 | 18,40 |
| Radiologia | 0,80 | 6 | 14,20 | 17,04 | 19,88 | 22,72 |
| Recuperação | 0,80 | 6 | 12,40 | 14,88 | 17,36 | 19,84 |
| Sala de Enfermeiros | 0,80 | 6 | 9,40 | 11,28 | 13,16 | 15,04 |
| Sala de Operação | 0,80 | 6 | 20,30 | 24,36 | 28,42 | 32,48 |
| Quarto de pacientes | 0,80 | 6 | 6,70 | 8,04 | 9,38 | 10,72 |
| Suprimentos médicos | 0,80 | 6 | 13,70 | 16,44 | 19,18 | 21,92 |
| Igreja, templo | | | | | | |
| Assentos | 1,20 | 4 | 16,50 | 19,8 | 23,10 | 26,40 |
| Altar, Coro | 1,20 | 4 | 16,50 | 19,8 | 23,10 | 26,40 |
| Sala de comunhão - nave | 1,20 | 4 | 6,90 | 8,28 | 9,66 | 11,04 |
| Laboratórios | | | | | | |
| para Salas de Aula | 0,80 | 6 | 10,20 | 12,24 | 14,28 | 16,32 |
| Médico/Ind./Pesq. | 0,80 | 6 | 19,50 | 23,40 | 27,30 | 31,20 |
| Lavanderia | 1,20 | 4 | 6,50 | 7,80 | 9,10 | 10,40 |
| Museu | | | | | | |
| Restauração | 0,80 | 6 | 11,00 | 13,20 | 15,40 | 17,60 |
| Sala de exibição | 0,80 | 6 | 11,30 | 13,56 | 15,82 | 18,08 |
| Oficina – Seminário, cursos | 0,80 | 6 | 17,10 | 20,52 | 23,94 | 27,36 |
| Oficina Mecânica | 1,20 | 4 | 6,00 | 7,20 | 8,40 | 9,60 |
| Quartos de Hotel | 0,80 | 6 | 7,50 | 9,00 | 10,50 | 13,00 |
| Refeitório | 0,80 | 6 | 11,50 | 13,80 | 16,10 | 18,40 |
| Restaurante- salão | 1,20 | 4 | 9,60 | 11,52 | 13,44 | 15,36 |
| Hotel | 1,20 | 4 | 8,80 | 10,56 | 12,32 | 14,08 |
| Lanchonete/Café | 1,20 | 4 | 7,00 | 8,40 | 9,80 | 11,20 |
| Bar/Lazer | 1,20 | 4 | 14,10 | 16,92 | 19,74 | 22,56 |
| Sala de Aula, Treinamento | 1,20 | 4 | 10,20 | 12,24 | 14,28 | 16,32 |
| Sala de espera, convivência | 1,20 | 4 | 6,00 | 7,20 | 8,40 | 9,60 |
| Sala de Reuniões, Conferência, Multiuso | 0,80 | 6 | 11,90 | 14,28 | 16,66 | 19,04 |
| Vestiário | 0,80 | 6 | 8,1 | 9,72 | 11,34 | 12,96 |
| Transportes | | | | | | |
| Área de bagagem | 1,20 | 4 | 7,50 | 9,00 | 10,50 | 12,00 |
| Aeroporto – Pátio | 1,20 | 4 | 3,90 | 4,68 | 5,46 | 6,24 |
| Assentos - Espera | 1,20 | 4 | 5,80 | 6,96 | 8,12 | 9,28 |
| Terminal - bilheteria | 1,20 | 4 | 11,60 | 13,92 | 16,24 | 18,56 |

Fonte: (Manual RTQ-C, 2017)

3.1.4 SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

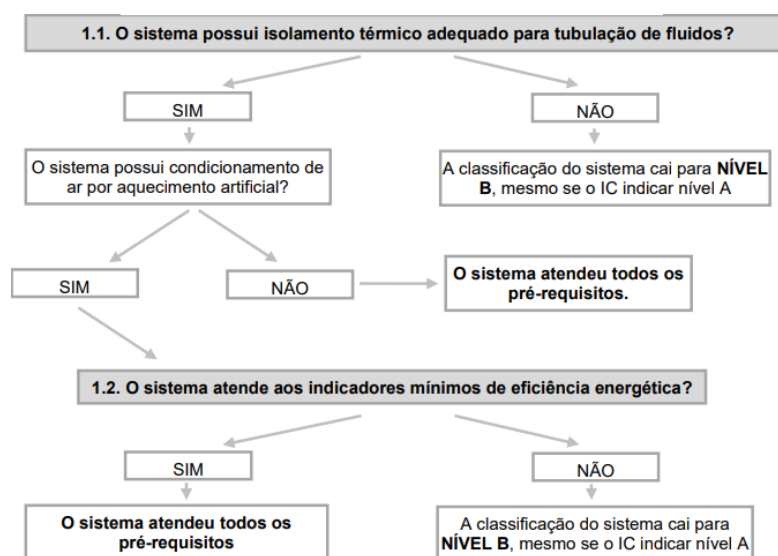
A classificação do nível de eficiência do sistema de condicionamento de ar depende do nível de eficiência dos aparelhos utilizados, etiquetados ou não com o selo de classificação do Inmetro e do cumprimento dos pré-requisitos específicos.

3.1.4.1 PRÉ REQUISITOS

O sistema de condicionamento de ar possui requisitos apenas para o nível A de classificação, e são eles: isolamento térmico para aquecimento e ou resfriamento artificial e atender aos critérios mínimos de eficiência para quando houver aquecedores:

A figura abaixo resume o processo de verificação da adequação ou não dos pré-requisitos para se classificar como nível A.

Figura 16: Fluxograma de verificação dos pré-requisitos de ar condicionado



Fonte: (Manual RTQ-C, 2017)

3.1.3.2 PROCEDIMENTO DE CÁLCULO E DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA

Como os condicionadores de ar também fazem parte do programa brasileiro de etiquetagem, a classificação do sistema no Procel Edifica, é realizada de maneira fácil e integrada, os ambientes condicionados acabam por receber a mesma classificação, em nível de A até E, do equipamento instalado no ambiente.

Para condicionadores de ar não etiquetados, o processo é diferente, faz-se necessário levantar informações que possam classificar esses aparelhos, são elas:

1. Carga térmica
2. Controle de temperatura
3. Faixa de temperatura
4. Aquecimento Suplementar
5. Aquecimento e resfriamento simultâneos
6. Sistema de desligamento e isolamento de zonas
7. Controle e dimensionamento dos sistemas de ventilação e hidráulicos
8. Sistema de vazão e isolamento de bombas
9. Controle de velocidade

Mais uma vez, para os equipamentos etiquetados nacionalmente, esse levantamento de informações já foi feita e acaba por agilizar e facilitar a etiquetagem no Procel Edifica.

3.1.4 BONIFICAÇÕES

Além da análise da envoltória, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar, o sistema de etiquetagem de edificações contempla com uma pontuação bônus iniciativas que aumentam a eficácia da edificação. Entre essas iniciativas estão:

1. Sistema e equipamentos que racionalizam o uso de águas
2. Sistemas ou fontes renováveis para aquecimento de água.
3. Sistemas ou fontes renováveis de energia, eólicas ou fotovoltaicas
4. Sistemas de cogeração de energia ou Inovações técnicas ou de sistemas que gerem economia energética
5. Elevadores com Classificação VDI470

3.1.5 PRÉ-REQUISITOS GERAIS

Os pré-requisitos gerais são necessários para a obtenção da classificação geral, o não atendimento destes requisitos não impede ou invalida as classificações de envoltórias, iluminação e condicionamento de ar, porém impede que se obtenha a etiqueta geral.

A tabela abaixo resume quais pré-requisitos gerais são necessários:

Tabela 8: Pré-requisitos específicos de condicionamento de ar

| Nível de Eficiência | Circuitos Elétricos | Aquecimento de Água |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| A | X | X |
| B | X | X |

Fonte: Autor

Circuitos Elétricos: para se obter classificação geral de níveis A e B é necessário que haja circuitos elétricos separados para os sistemas: iluminação, sistema de condicionamento de ar e outros, ou possuir equipamento que possibilite medição por uso final

São exceções: hotéis, edificações múltiplas unidades autônomas, edificações construídas antes de 2009.

Aquecimento de água: Edificações que utilizem alta demanda de água quente, superior a 10% do consumo de energia, necessitam que a água quente seja fornecida através de aquecedor solares, aquecedores a gás, caldeiras ou aquecedores do tipo bomba de calor. Para o nível de classificação A é necessário que 100% da água seja proveniente desses sistemas, e para o Nível B é necessário que 70% da água seja proveniente desses sistemas.

São exceções: edificações que o consumo de água quente não chega aos 10% do consumo de energia

3.1.6 CLASSIFICAÇÃO GERAL E PONTAÇÃO TOTAL

Com as partes envolvidas devidamente classificadas e etiquetadas, é possível se obter uma classificação geral da edificação, ela é obtida através de uma equação geral, que considera os 3 sistemas avaliados, as bonificações caso haja e considera também a Equação Numérica de Ambientes Ventilados Naturalmente

3.1.6.1 EqNumV

Nas edificações, os ambientes de longa permanência que não são condicionados, recebem uma classificação de acordo com o conforto que esses ambientes apresentam aos usuários por horas.

O levantamento é feito através de simulações, para esses ambientes a tabela abaixo mostra a classificação.

Figura 17: Valor de EqNumV e percentual de horas ocupadas

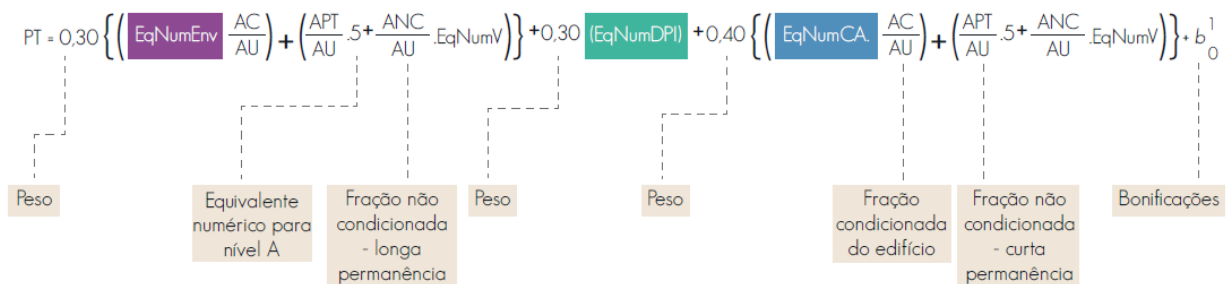
| Percentual de Horas Ocupadas em Conforto | EqNumV | Classificação Final |
|--|--------|---------------------|
| POC ≥ 80% | 5 | A |
| 70% ≤ POC < 80% | 4 | B |
| 60% ≤ POC < 70% | 3 | C |
| 50% ≤ POC < 60% | 2 | D |
| POC < 50% | 1 | E |

Fonte: (Manual RTQ-C, 2017)

3.1.6.2 Pontuação Total

A figura abaixo, mostra a equação geral, equação que classifica a edificação:

Figura 18: Equação da pontuação total do método prescritivo



Legenda

- EqNumEnv ▶ Equivalente numérico da envoltória
- EqNumDPI ▶ Equivalente numérico do sistema de iluminação, identificado pela sigla DPI, de Densidade de Potência de Iluminação
- EqNumCA ▶ Equivalente numérico de ambientes condicionados artificialmente
- EqNumV ▶ Equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente
- APT ▶ Área útil dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados
- ANC ▶ Área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada, com comprovação de percentual de horas ocupadas de conforto por ventilação natural (POC)
- AC ▶ Área útil dos ambientes condicionados
- AU ▶ Área útil
- b* ▶ Pontuação obtida pelas bonificações

Fonte: (Procel Edifica, 2021)

10

Calculado o valor numérico de PT, a edificação é classificada.

A figura abaixo mostra quais são os valores por nível de classificação:

Figura 19: Valores de PT e nível de etiquetagem

| CLASSIFICAÇÃO FINAL | PT |
|---------------------|----------------------|
| A | $\geq 4,5$ a 5 |
| B | $\geq 3,5$ a $< 4,5$ |
| C | $\geq 2,5$ a $< 3,5$ |
| D | $\geq 1,5$ a $< 2,5$ |
| E | $< 1,5$ |

Fonte: (Procel Edifica, 2021)

3.2 WEB PRESCRITIVO

O Webprescritivo é uma ferramenta web desenvolvida pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (labEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), ele funciona considerando todos os procedimentos de cálculo do método prescritivo, porém serve para facilitar e agilizar o processo de etiquetagem, pois possui espaços para a entrada de dados e os cálculos são feitos automaticamente.

A figura abaixo mostra a parte de pré-requisitos gerais da edificação e a parte da envoltória.

Figura 20: WebPrescritivo – Inserção de dados parte 1

The screenshot shows the 'WebPrescritivo' interface. It is divided into several sections:

- Pré-requisitos gerais:**
 - Circuitos elétricos:** Two radio buttons: "A edificação possui circuito elétrico com possibilidade de medição centralizada por uso final" (selected) and "A edificação não possui circuito elétrico com possibilidade de medição centralizada por uso final ou não se aplica".
 - Aquecimento de água:** Three radio buttons: "Atende pré-requisito para A", "Atende pré-requisito para B", and "Atende pré-requisito para C". A fourth option, "Este pré-requ..." (selected), is partially visible. A checked checkbox "A edificação possui isolamento de tubulações" is also present.
- Envoltória:**
 - Localização:** "Zona Bioclimática" set to "ZB 1" and "Cidade" set to "Água Branca AL".
 - Pré-requisitos:** A checked checkbox. Below it are input fields for:
 - U_{COB-AC} (W/(m²K)), g_{COB} (0 %)
 - $U_{COB-ANC}$ (W/(m²K)), CT_{PAR} (0 kJ/(m²K))
 - U_{PAR} (W/(m²K)), g_{PAR} (0 %)
 - PAZ (%), FS
 - Dados Dimensionais da Edificação:** Input fields for A_{TOT} , A_{PCOB} , A_{PE} , V_{TOT} , and A_{ENV} , all in m² or m³.
 - Características das Aberturas:** Input fields for FS, PAF_T , PAF_O , AVS, and AHS, with units like % or °.

At the bottom, there are buttons for "Calcular Eficiência" and "Limpar", and a color-coded bar (green, yellow, orange, red).

Fonte: Autor

No caso da envoltória, por exemplo, toda a parte do IC_{env}, em que são

definidos os índices máximos e mínimos para a determinação das faixas de classificação da edificação, o webprescritivo já faz essa parte e retorna o resultado final.

A figura abaixo mostra a parte do sistema de iluminação no Webprescritivo:

Figura 21: WebPrescritivo – Inserção de dados parte 2

Iluminação

Por áreas do edifício Por atividades do edifício

Pré-Requisitos de todos os ambientes

Divisão de circuitos Atende Não atende

Contribuição da luz natural Atende Não atende Não se aplica

Desligamento automático Atende Não atende Não se aplica

| | - Atividade + | Nº. de Unidades | Potência [W] | Área [m ²] |
|---|---------------|-----------------|--------------|------------------------|
| 1 | (nenhuma) | - 1 + | | |

Calcular Eficiência Limpar

Fonte: Autor

A figura abaixo mostra a classificação do sistema de condicionamento de ar:

Figura 22: WebPrescritivo – Inserção de dados parte 3

Condicionamento do Ar

Pré-Requisitos Gerais

Possui isolamento de tubulações

Não possui isolamento de tubulações

Condicionadores de ar etiquetados

| | - Ambiente + | Nº. de Unidades | Tipo | Capacidade [BTU/h] | Eficiência [W/W] | Etiqueta |
|---|--------------|-----------------|-------|--------------------|------------------|----------|
| 1 | a | - 1 + | split | 9000 | 3.25 | A |

Condicionadores de ar não etiquetados

| | - Condicionador de ar + | Capacidade [BTU/h] | Nível de eficiência | Pré-requisitos |
|---|-------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------------|
| 1 | | | A | <input type="checkbox"/> Visualizar |

AU m² ?

AC m² ?


Calcular Eficiência Limpar

Fonte: Autor

A figura abaixo mostra as bonificações e classificação geral:

Figura 23: WebPrescritivo – Inserção de dados parte 4

| Bonificações | |
|--|---|
| Sistemas e equipamentos que racionalizem o uso de água. | Economia : <input type="text" value="0"/> % |
| Sistemas ou fontes renováveis de energia (aquecimento de água). | Economia : <input type="text" value="0"/> % |
| Sistemas ou fontes renováveis de energia (energia eólica ou fotovoltaica). | Economia : <input type="text" value="0"/> % |
| Sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas. | Economia : <input type="text" value="0"/> % |
| Elevadores. | Classificação VDI 4707 : <input type="text" value="-"/> ▾ |

| Etiqueta Geral | |
|--|---|
| APT | <input type="text" value="0"/> m ² ? |
| ANC | <input type="text" value="71910"/> m ² ? |
| EqNumV | <input type="text" value="1"/> ? |
| b | <input type="text" value="0"/> ? |
| <input type="button" value="Calcular Eficiência"/> <input type="button" value="Limpar"/> | |
|  | |

Fonte: Autor

4 ESTUDO DE CASO

4.1 CENTRO DE CULTURA E CONVENÇÕES UFSCAR

O presente trabalho, tem por objetivo, levantar as informações e parâmetros necessários para a classificação do Centro de Cultura e Convenções da UFSCar no programa brasileira de etiquetagem para edificações, tal classificação será feita através do método prescritivo e com auxílio do webprescritivo.

A classificação da edificação pode ser feita para o projeto e posteriormente para edificação construída, o presente trabalho por motivos de pandemia, fez a classificação da edificação com base nos projetos disponíveis.

Tal trabalho só foi possível mediante ao auxílio do Professor Douglas Barreto, que disponibilizou os arquivos dwg da arquitetura e elétrica da edificação e também o memorial descritivo, que serviram de base para as informações presentes neste trabalho.

Os anexos 1, 2 e 3, representam a planta de arquitetura do pavimento térreo, pavimento superior e pavimento técnico do empreendimento.

4.1.1 PRÉ REQUISITOS GERAIS

De acordo com os projetos de elétrica fornecidos e em conversas com o Professor Douglas Barreto, é sabido que a edificação possui circuitos elétricos separados.

Quanto ao consumo de água quente, se tratando de um Centro de Convenções, sua utilização não contempla o consumo de água representando 10% ou mais do consumo energético, então para tal caso não se aplica o pré-requisito geral de aquecimento de água.

4.1.2 ENVOLTÓRIA

O edifício se localiza na cidade de São Carlos, portanto se encontra na zona bioclimática 4.

4.1.2.1 PRÉ REQUISITOS E CÁLCULO

4.1.2.1.1 TRÂMISMITÂNCIA TÉRMICA

Cobertura: A transmitância térmica da cobertura foi calculada através do levantamento de área de cobertura da edificação, que são de 2 tipos: cobertura em telha metálica, do modelo telha Térmica Sanduíche Isotelha Trapezoidal da KingSpan, conforme descrito em memorial descritivo, além disso temos cobertura em laje impermeabilizada de 10cm.

O levantamento foi feito para áreas condicionadas e áreas não condicionadas, conforme pode ser visto no Anexo 4 deste trabalho.

A transmitância considerada foi de 0,022 W/m²K para a telha metálica, conforme informado no site da própria Kingspan e de 3,73 W/m²K, conforme informado Anexo Geral V – Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes, Coberturas e Vidros, portaria Inmetro: nº 50/2013, disponibilizado no site Manuais | PBE EDIFICA.

As figuras abaixo mostram as considerações adotadas:

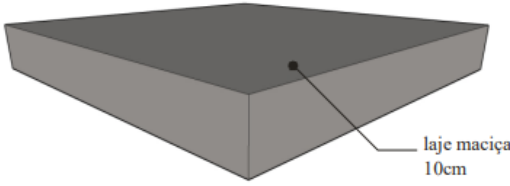
Figura 24: Dados Físicos da telha metálica

DADOS QUÍMICO-FÍSICOS DO NÚCLEO

| | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| Tensão de Compressão: | > Atende norma NBR 8082 e ASTM D 1621 |
| Estabilidade Dimensional: | < 1% – ASTM 2126 |
| Condutibilidade Térmica: | 0,022 W/m ² .K |
| Produto Ecologicamente Correto: | Livre de HCFC |

Fonte: KingSpan 2021

Figura 25: Valores de U e Ct da laje maciça



laje maciça
10cm

Descrição:

Laje maciça (10,0cm)
Sem telhamento

| U [W/(m²K)] | C _T [kJ/m²K] |
|----------------|----------------------------|
| 3,73 | 220 |

Fonte: (Anexo V do RTQ-C, 2017)

A tabela abaixo resume o tipo de cobertura, áreas condicionadas ou não, valor da transmitância e metragem quadrada considerada:

Tabela 9: Tipo, áreas e U das coberturas

| ÁREAS DE COBERTURA | | | |
|--------------------|----------------|------------------|-----------|
| TIPO | U [W/(m²*k)] | AMBIENTE | ÁREA (m²) |
| Telha Metálica | 0,022 | Condicionado | 4237,52 |
| Telha Metálica | 0,022 | Não Condicionado | 1237,08 |
| Laje Maciça | 3,73 | Condicionado | 304,44 |
| Laje Maciça | 3,73 | Não Condicionado | 522,26 |

Fonte: Autor

Com isso, podemos calcular a transmitância das áreas condicionadas e não condicionadas:

$$U_{cobAC} = \frac{4237,52 \times 0,022 + 304,44 \times 3,73}{4237,52 + 304,44} = 0,27502 \frac{W}{m^2K}$$

$$U_{cobANC} = \frac{1237,08 \times 0,022 + 522,26 \times 3,73}{1237,08 + 522,26} = 1,2272 \frac{W}{m^2K}$$

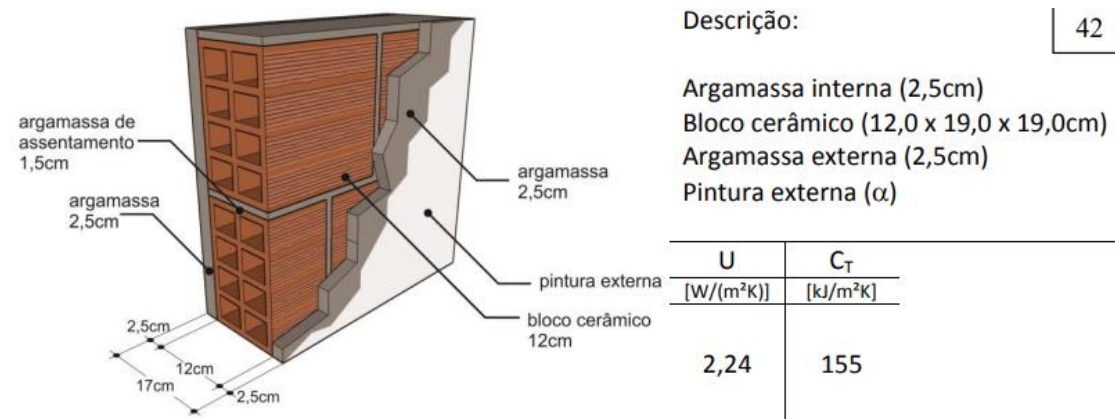
Os valores se encontram dentro do pré-requisito para obtenção do nível A, que é de $1 \frac{W}{m^2K}$ para ambientes condicionados e de $2 \frac{W}{m^2K}$ para ambientes não condicionados.

Paredes: as paredes externas de vedação da envoltória, foram consideradas conforme memorial descritivo da edificação disponibilizado, em blocos de 9x19x19 centímetros.

O valor da transmitância adotado foi retirado do Anexo V de materiais, assim como o da cobertura em laje impermeabilizada.

A figura abaixo ilustra a parede adotada e sua U:

Figura 26: Valores de U e CT para paredes



Fonte: (Anexo V do RTQ-C, 2017) 1

O valor de $2,24 \frac{W}{m^2K}$ atende ao requisito de ser menor que $3,7 \frac{W}{m^2K}$ para obtenção da etiqueta nível A

4.1.2.1.2 PERCENTUAL DE ABERTURA ZENITAL E FATOR SOLAR

O centro de convenções, conforme observado nas plantas arquitetônicas, não possuem aberturas envidraçadas ou translúcidas na cobertura, por isso foi considerado um valor de 0% para o PAZ, e os vidros utilizadas na edificação tem valor de 0,399, com isso os pré requisitos são atendidos

4.1.2.1.3 ABSORTÂNCIA (@)

Cobertura: para a cobertura, foram consideradas as áreas presentes no Anexo 4, e os valores de absorvância foram retirados do Manual de Aplicação do RTQ-C, versão de 2017, sendo eles: 0,65 para lajes de concreto e 0,25 para telhas metálicas com isolamento térmico.

A tabela abaixo resume essas informações:

Tabela 10: Coberturas, absorvância e área

| ÁREAS DE COBERTURA | | |
|--------------------|-------------|------------------------|
| TIPO | ABSORVÂNCIA | ÁREA (m ²) |
| Telha Metálica | 0,25 | 5474,6 |
| Laje Maciça | 0,65 | 826,7 |

Fonte: Autor

A equação abaixo enumera a absorvância da cobertura:

$$@Cob = \frac{0,25 \times 5474,6 + 826,7 \times 0,65}{5474,6 + 826,7} = 0,3024$$

Sendo menor que o limite de 0,5 a absorvância atende ao pré-requisito do nível A.

Paredes: As paredes foram levantadas conforme consideração dos anexos 5, 6, 7,8. A tabela abaixo resume os metros quadrados por fachada e cores utilizadas.

Tabela 11: m² de paredes por fachada

| m ² de Paredes FACHADA | MARROM TERRACOTA CAMURÇA | | |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------|---------|
| | MARROM | TERRACOTA | CAMURÇA |
| FACHADA LESTE | 847,5 | 160,12 | |
| FACHA OESTE | 825,52 | 120,59 | 17,96 |
| FACHADA NORTE | 159,98 | 285,19 | |
| FACHADA SUL | 66,26 | 148,65 | 339,98 |
| Total | 1899,26 | 714,55 | 357,94 |

Fonte: Autor

Os valores de absorvância considerados foram retirado do Anexo V de propriedades de matérias do RAC, são elas:

- Marrom: 0,696
- Terracota: 0,646
- Camurça: 0,574

Portanto:

$$@Par = \frac{0,696 \times 1899,26 + 0,646 \times 714,55 + 357,94 \times 0,574}{1899,26 + 714,55 + 357,94} = 0,66928$$

Sendo maior que o limite de 0,5 a absorvância não atende aos pré-requisitos do nível A e B para, rebaixando a etiquetagem para o nível C..

4.1.2.1.4 FATOR SOLAR (FS)

Os vidros da edificação variam de acordo com o tamanho do vão, devido a não especificação em projeto de quais vidros estão presentes em cada local, foi

adotado o fator solar menos favorável, para efeitos de cálculo e não comprometimento do resultado final, ou seja, está sendo considerado o pior caso para todos os vidros da edificação.

O fator solar adotado teve seu valor retirado do Anexo V do RAC e o seu valor é de 0,399, sendo o vidro da marca CEBRACE, modelo REFLECTASOL GREEN.

4.1.2.1.5 ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA

A área total construída foi considerada a informada em projeto e pode ser conferida na tabela abaixo:

Tabela 12: Área construída por pavimento

| PAVIMENTO | ÁREA CONSTRUÍDA (m ²) |
|-----------|-----------------------------------|
| TÉRREO | 6366,4 |
| SUPERIOR | 1790 |
| TÉCNICO | 645,7 |
| TOTAL = | 8802,1 |

Fonte: Autor

4.1.2.1.6 ÁREA PROJEÇÃO DA COBERTURA

A área foi levantada conforme projeto disponibilizado, com o valor total de: 6301,3 m²

4.1.2.1.7 ÁREA PROJEÇÃO DO EDIFÍCIO

É a média das áreas dos pavimentos, resumida na tabela abaixo:

Tabela 13: Área média de projeção dos edifícios

| PAVIMENTO | ÁREA CONSTRUÍDA (m ²) |
|------------|-----------------------------------|
| TÉRREO | 6366,4 |
| SUPERIOR | 1790 |
| TÉCNICO | 645,7 |
| Área média | 2934,033 |

Fonte: Autor

4.1.2.1.8 ÁREA ENVOLTÓRIA

É a soma das fachadas, incluindo aberturas, e a cobertura. A tabela abaixo mostra os valores

Tabela 14: Área de envoltórias

| ENVOLTÓRIA | ÁREAS (m²) |
|-------------------|------------------------------|
| LESTE | 1425,49 |
| OESTE | 1484,56 |
| NORTE | 863,77 |
| SUL | 880,95 |
| COBERTURA | 6301,3 |
| AEnv | 10956,07 |

Fonte: Autor

4.1.2.1.9 VOLUME TOTAL DA EDIFICAÇÃO

Calculado através das áreas dos ambientes multiplicados pelo pé direito respectivo.

O valor levantado foi: 70030,40m³

4.1.2.1.10 PERCENTUAIS DE ABERTURAS DAS FACHADAS

As aberturas foram levantadas de acordo com os anexos 9, 10, 11 e 12.

A tabela abaixo resume os valores de PAF

Tabela 15: Percentual de abertura nas fachadas

| FACHADA | ÁREAS (m²) | ABERTURAS (m²) | PAF (%) |
|----------------|------------------------------|----------------------------------|----------------|
| LESTE | 1425,49 | 230,15 | 16,15% |
| OESTE | 1484,56 | 230,33 | 15,52% |
| NORTE | 863,77 | 204,15 | 23,63% |
| SUL | 880,95 | 101,16 | 11,48% |
| TOTAL | 4654,77 | 765,79 | - |
| | | PAFT (PAF/4) | 16,69% |

Fonte: Autor

4.1.2.1.11 ÂNGULOS DE SOMBREAMENTO

Os ângulos de sombreamento para cálculo da ICenv, são informados em valores de 0 a 45 graus, para o levantamento desses ângulos, faz-se necessário uma visita presencial ao local da edificação, ou então de uma série de cortes da planta da edificação.

Para o presente trabalho não foi possível levantar tais ângulos, pois os projetos disponíveis não continham informações suficientes e uma visita presencial não foi viável devido a pandemia.

4.1.3 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Para o sistema de iluminação foi utilizado o método das áreas, por ser mais preciso, os ambientes do pavimento térreo, superior e pavimento técnico foram divididos de acordo com a sua atividade de utilização, suas áreas foram levantadas e sua potência instalada também, todos os desenhos estão presentes no anexo deste trabalho.

4.1.3.1 PRÉ REQUISITOS E CÁLCULO

4.1.3.1.1 PERCENTUAL DE ABERTURA ZENITAL E FATOR SOLAR


















O Centro de cultura e convenções possui: divisão dos circuitos, contribuição da luz solar e desligamento automático, logo todos os pré requisitos necessários são atingidos para se obter a classificação de nível A.

4.1.3.1.2 MÉTODO DAS ATIVIDADES E DPI

Os ambientes e sua utilização foram levantados através dos projetos de arquitetura, e as lâmpadas foram levantadas através do projeto de elétrica. Ambas informações podem ser conferidas nos anexos 13, 14, 15.

A tabela abaixo detalha as lâmpadas consideradas:

Tabela 16: Informações das lâmpadas presentes no Centro de Cultura e Convenções

| LUMINÁRIAS E EQUIPAMENTOS | |
|---|--|
|  | - LUMINÁRIA DE EMBUTIR/ ITAIM 2180 2xT26 32W (COM ALETAS, REFLETOR ALUMÍNIO, ANTI-OFUSCAMENTO) - 2 x LUMINÁRIA FLUORESCENTE TUBULAR/ OSRAM/ F032 840 32W 4000K IRC 89 2700lm |
|  | - LUMINÁRIA DE EMBUTIR/ ITAIM 2760 2xFT 32W (SEM ALETAS, ABERTA) - 2 x LUMINÁRIA FLUORESCENTE TUBULAR/ OSRAM/ F032 840 32W 4000K IRC 89 2700lm |
|  | - LUMINÁRIA DE SOBREPOR/ ITAIM 3540 2xFT 32W (SEM ALETAS, ABERTA) - 2 x LUMINÁRIA FLUORESCENTE FLUORESCENTE TUBULAR/ OSRAM/ F032 840 32W 4000K IRC 89 2700lm |
|  | - LUMINÁRIA DE EMBUTIR/ ITAIM 2003 4xT26 16W (COM ALETAS E REFLETOR DE ALUMÍNIO, ANTI-OFUSCAMENTO) - 4 x LUMINÁRIA FLUORESCENTE TUBULAR/ OSRAM/ F016 840 16W 4000K IRC 89 1200lm |
|  | - LUMINÁRIA DE EMBUTIR/ REVOLUZ /E-152-1E27 - 1x LUMINÁRIA FLUORESCENTE COMPACTA/ OSRAM/ 23W840 23W 4000K IRC 89 1400lm |
|  | - LUMINÁRIA DE EMBUTIR/ REVOLUZ /E-152-2E27 - 2 x LUMINÁRIA FLUORESCENTE COMPACTA/ OSRAM/ 20W840 20W 4000K IRC 89 1200lm |
|  | - ARANDELA FIXA PAREDE/ ITAIM/ ALMANDINA 2TC-TSE 23W FIXADA A H=1,80m - 2 x LUMINÁRIA FLUORESCENTE COMPACTA/ OSRAM/ 20W827 20W 2700K IRC 89 1200lm |
|  | - ARANDELA FIXA PAREDE/ ITAIM /TATU 1xTC-TSE 20W FIXADA A H=1,60m - 1 x LUMINÁRIA FLUORESCENTE COMPACTA/ OSRAM/ 20W840 20W 4000K IRC 89 1200lm |
|  | - LUMINÁRIA DE EMBUTIR FOCO ORIENTÁVEL/ REVOLUZ E-113 OU ITAIM-ITÁ 1xQR CB51 DICRÓICA 50W - 1 x LUMINÁRIA HALÓGENA /PHILIPS/ DICRÓICA TWISTLINE 50W 220V 40CX 50W 40º 3.100K IRC 100 463cd BASE GZ.10 |
|  | - LUMINÁRIA DE EMBUTIR FOCO ORIENTÁVEL/ REVOLUZ E-117 1 AR111x100W H=50mm L=Ø14,5mm - 1 x LUMINÁRIA HALÓGENA/ OSRAM/ HALOSPOT AR111-41850FL 24° 100W-3000K IRC100 48000cd |
|  | - LUMINÁRIA LUMINÁRIA EMBUTIDA NO PISO/ ITAIM/ IASSU 1Q PAR30 75W - 1 x LUMINÁRIA HALÓGENA /OSRAM/ HALOPAR PAR30 64841FL 75W 220V E-27 |
|  | - LUMINÁRIA FIXA SOLO/ ITAIM/ TURQUESA 1QPAR30 75W (espeto) - 1 x HALÓGENA /OSRAM/ HALOPAR PAR30 64841FL 75W 220V E-27 |
|  | - LUMINÁRIA COM LED EMBUTIDA NO PISO/ MÁXIMO ILUMINAÇÃO REF. 1020 L OU ELLA-EL9080/EL9082 (BRANCA) - 1 x LUMINÁRIA 1xLED 3W 40° (OBS.: A LUMINÁRIA VEM COM O LED) |
|  | - LUMINÁRIA TIPO BALIZADOR EMBUTIDA NA PAREDE/ELLA/ MEZZA LUNA 90063 - 1 x LUMINÁRIA HALÓGENA /OSRAM/ HALOPIN FOSCA 220-240V 25W 230lm |
|  | - REFLETOR EXT. FIXO PISO-PAREDE/ ITAIM/GUAY-S 1xHIT 150W - 1x LUMINÁRIA VAPOR METÁLICO/ OSRAM/ HQI-TS150 ND L 150W 4200K IRC 89 11.250lm |
|  | - LUMINÁRIA DE SOBREPOR/ ITAIM /PRATA-S 1xHIT-DE 150W (FIXA NA LAJE DA MARQUISE) - 1 x LUMINÁRIA VAPOR METÁLICO/ OSRAM/ HQI-TS150 ND L 150W 4200K IRC 89 11.250lm |
|  | -LUMINÁRIA DE EMBUTIR/ REVOLUZ MOD. E-196 1x250W OU ABALUX MOD. A35-S 1x250W - 1 x LUMINÁRIA VAPOR METÁLICO/ OSRAM/ HQI-T 250 D 250W 5300K IRC 90-100 20.000lm |

Fonte: Autor

A tabela abaixo, detalha os ambientes do pavimento térreo, suas áreas, atividades exercidas e a densidade de potência instalada:

Tabela 17: Ambientes, área, potência instalada e consideração de atividades no webprescritivo, do pavimento térreo

| PLANTA DWG | | | | | |
|------------|----------------|------------------------|--------------|-----------------|-------------------------|
| PAVIMENTO | AMBIENTE | ÁREA (m ²) | POTÊNCIA (W) | WEB Prescritivo | DPI (W/m ²) |
| Térreo | W.C. Masculino | 35,19 | 400 | Banheiro | 11,4 |
| Térreo | W.C. Feminino | 34,16 | 400 | Banheiro | 11,7 |
| Térreo | Fraldário | 4,26 | 140 | Banheiro | 32,9 |
| Térreo | W.C. Acessível | 5,52 | 40 | Banheiro | 7,2 |
| Térreo | Circulação | 18,78 | 115 | Circulação | 6,1 |
| Térreo | Brigadista | 5,02 | 23 | Depósito | 4,6 |
| Térreo | Hall de acesso | 36,4 | 650 | Circulação | 17,9 |
| Térreo | Bilheteria | 8,25 | 192 | Escritório | 23,3 |
| Térreo | Tesouraria | 8,96 | 192 | Escritório | 21,4 |
| Térreo | Adm 1 | 32,74 | 512 | Escritório | 15,6 |
| Térreo | Adm 2 | 17,07 | 256 | Escritório | 15,0 |
| Térreo | Adm 3 | 18,59 | 256 | Escritório | 13,8 |
| Térreo | Secretaria | 14,03 | 192 | Escritório | 13,7 |
| Térreo | Circulação | 10,74 | 64 | Circulação | 6,0 |
| Térreo | Estar | 28,88 | 278 | Circulação | 9,6 |
| Térreo | W.C. Masculino | 4,86 | 64 | Banheiro | 13,2 |
| Térreo | W.C. Feminino | 4,86 | 64 | Banheiro | 13,2 |
| Térreo | W.C. Acessível | 3,22 | 23 | Banheiro | 7,1 |
| Térreo | Hall | 10,09 | 23 | Circulação | 2,3 |
| Térreo | Copa | 3,82 | 64 | Cozinha | 16,8 |
| Térreo | Dml | 2,88 | 23 | Depósito | 8,0 |
| Térreo | W.C. Masculino | 40,89 | 390 | Banheiro | 9,5 |
| Térreo | W.C. Feminino | 30,74 | 390 | Banheiro | 12,7 |
| Térreo | Hall | 13,81 | 138 | Circulação | 10,0 |
| Térreo | Depósito | 61,05 | 384 | Depósito | 6,3 |
| Térreo | Deposito Mesa | 193,76 | 768 | Depósito | 4,0 |
| Térreo | Hall | 59,6 | 279 | Circulação | 4,7 |
| Térreo | W.C. Masculino | 30,76 | 192 | Banheiro | 6,2 |
| Térreo | W.C. Feminino | 26,65 | 192 | Banheiro | 7,2 |
| Térreo | Zeladoria | 12,18 | 64 | Depósito | 5,3 |
| Térreo | Sala Descanso | 26,4 | 192 | Sala de Espera | 7,3 |
| Térreo | Depósito Mesa | 136,94 | 384 | Depósito | 2,8 |
| Térreo | Circulação | 40,65 | 280 | Circulação | 6,9 |
| Térreo | Cozinha | 80,94 | 520 | cozinha | 6,4 |

Fonte: Autor

A tabela abaixo, detalha os ambientes do pavimento superior e técnico, suas áreas, atividades exercidas e a densidade de potência instalada

Tabela 18: Ambientes, área, potência instalada e consideração de atividades no webprescritivo, do pavimento superior e técnico

| PLANTA DWG | | | | | |
|------------|----------------------|------------------------|--------------|----------------------|-------------------------|
| PAVIMENTO | AMBIENTE | ÁREA (m ²) | POTÊNCIA (W) | WEB Prescritivo | DPI (W/m ²) |
| Superior | W.C. Masculino | 17,05 | 278 | Banheiro | 16,3 |
| Superior | W.C. Feminino | 17,73 | 278 | Banheiro | 15,7 |
| Superior | Copa | 7,63 | 64 | Cozinha | 8,4 |
| Superior | D.M.L | 3,52 | 23 | Depósito | 6,5 |
| Superior | Escritório | 21,24 | 256 | Escritório | 12,1 |
| Superior | Circulação | 176,43 | 1138 | Circulação | 6,5 |
| Superior | Cabine Som | 40,7 | 584 | Escritório | 14,3 |
| Superior | Apoio 1 | 97,4 | 896 | Sala Treinamento | 9,2 |
| Superior | Apoio 2 | 103,1 | 896 | Sala Treinamento | 8,7 |
| Superior | Apoio 3 | 110,46 | 896 | Sala Treinamento | 8,1 |
| Superior | Apoio 4 | 103,5 | 896 | Sala Treinamento | 8,7 |
| Superior | Depósito | 9,83 | 64 | Depósito | 6,5 |
| Superior | Sala VIP | 33,1 | 428 | Sala de Espera | 12,9 |
| Superior | Banho 1 | 3,72 | 40 | Banheiro | 10,8 |
| Superior | Banho 2 | 4,26 | 40 | Banheiro | 9,4 |
| Superior | Camarim Vip | 18,93 | 328 | Vestiario | 17,3 |
| Superior | Hall | 9,05 | 64 | Circulação | 7,1 |
| Superior | Hall de acesso Vip | 15,25 | 128 | Circulação | 8,4 |
| Superior | Hall de acesso | 39,2 | 256 | Circulação | 6,5 |
| Superior | Bastidor | 116,56 | 1184 | Circulação | 10,2 |
| Superior | Palco | 457,72 | 1100 | Teatro | 2,4 |
| Superior | Circulação formandos | 30,2 | 456 | Circulação | 15,1 |
| Superior | Coordenação | 25,74 | 256 | Circulação | 9,9 |
| Superior | Camarim Masculino | 19,33 | 588 | Vestiario | 30,4 |
| Superior | Camarim Fem | 23,7 | 606 | Vestiario | 25,6 |
| Superior | W.C. Masculino | 12,95 | 220 | Banheiro | 17,0 |
| Superior | W.C. Feminino | 12,95 | 220 | Banheiro | 17,0 |
| Superior | Salão | 3069 | 17004 | Centro de Convenções | 5,5 |
| Técnico | Barrilete | 109,33 | 160 | Casa de Maquinas | 1,5 |
| Técnico | Ar Condicionado 1 | 112,25 | 448 | Casa de Maquinas | 4,0 |
| Técnico | Deposito | 22,19 | 192 | Depósito | 8,7 |
| Técnico | Circulação | 30,47 | 168 | Circulação | 5,5 |
| Técnico | Multimidia/apoio | 100,6 | 360 | Escritório | 3,6 |
| Técnico | Ar Condicionado 2 | 318,55 | 160 | Casa de Maquinas | 0,5 |

Fonte: Autor

4.1.4 SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

A adequação aos pré-requisitos e o levantamento dos aparelhos de ar utilizados, estão descritos abaixo:

4.1.4.1 PRÉ REQUISITOS E CÁLCULO

4.1.4.1.1 ISOLAMENTO TÉRMICO DAS TUBULAÇÕES

O edifício possui isolamento térmico das tubulações e atende ao pré-requisito.

4.1.4.1.2 AQUECIMENTO ARTIFICIAL

O edifício não possui aquecimento artificial.

4.1.4.1.3 CONDICIONADORES DE AR

Os condicionadores de ar e os ambientes condicionados foram levantados através de arquivos de projeto dwg, os desenhos podem ser vistos nos anexos 16, 17, 18, 19 e 20

O projetista deixou livre a escolha das marcas de condicionadores de ar, especificando apenas o tipo de equipamento e sua capacidade em BTU por hora, por se tratar de uma edificação públicas, foram escolhidos aparelhos de ar com classificação regulamentada no Inmetro e com selo de classificação nível A, pois oferece uma melhor economia e ganho energético para edificações.

A escolha dos aparelhos de ar, foi feita através da lista de aparelhos etiquetados disponível no site da Procel.

A tabela abaixo identifica os aparelhos de ar de acordo com sua localização em planta, o tipo de equipamento, montagem, BTU/h e eficiência informada no arquivo consultado, todos os valores de eficiência são maiores que 3,23W/W que é o nível de eficiência mínimo para condicionadores de ar obterem etiqueta nível A.

Tabela 19: Condicionadores de ar presente em projeto e sua eficiência

| IDENTIFICAÇÃO EM PLANTA DWG | EQUIPAMENTO | MONTAGEM | BTU/H | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA |
|-----------------------------|-------------|----------|-------|-----------------------|
| EV: 01 02 03 04 05 | Mini Split | Parede | 18000 | 3,26 |
| EV: 06 | Mini Split | Parede | 30000 | 3,24 |
| EV: 07 08 09 10 11 | Mini Split | Built In | 18000 | 3,26 |
| EV: 12 | Mini Split | Built In | 30000 | 3,26 |
| EV: 13 | Mini Split | Built In | 36000 | 3,25 |
| EV: 14 15 | Mini Split | Teto | 48000 | 3,24 |
| EV: 16 | Mini Split | Cassete | 48000 | 3,24 |
| EV: 17 18 19 20 21 22 | Mini Split | Cassete | 60000 | 3,24 |

Fonte: Autor

4.1.4.1.4 ÁREA ÚTIL (AU)

Área dos ambientes da edificação, medidas internamente e excluindo garagens.

Foi levantada através das plantas de projeto:

AU: 6356,33 metros quadrados

4.1.4.1.5 ÁREA CONDICIONADA (AC)

Área útil dos ambientes condicionados, levantada de acordo com as plantas de projeto.

Tabela 20: Ambientes condicionados e sua área

| PAVIMENTO | AMBIENTE | ÁREA (m ²) |
|-----------|-------------------------|------------------------|
| Térreo | Tesouraria / Bilheteria | 17,21 |
| Térreo | Sala Administrativa 1 | 32,74 |
| Térreo | Sala Administrativa 2 | 17,07 |
| Térreo | Sala Administrativa 3 | 18,59 |
| Térreo | Estar | 28,88 |
| Térreo | Secretaria | 14,03 |
| Superior | Camarim Vip | 18,93 |
| Superior | Sala Vip | 33,1 |
| Superior | Coordenação Becas | 25,74 |
| Superior | Camarim Masculino | 19,33 |
| Superior | Camarim Feminino | 23,7 |
| Superior | Sala de Apoio 1 | 97,4 |
| Superior | Sala de Apoio 2 | 103,1 |
| Superior | Sala de Apoio 3 | 110,46 |
| Superior | Sala de Apoio 4 | 103,5 |
| Térreo | Salão | 3069 |
| | AC= | 3732,78 |

Fonte: Autor

4.1.6 BONIFICAÇÕES

Para o presente trabalho, não foram consideradas bonificações, por conta da não possibilidade de levantamento das informações necessárias para uma correta mensuração das bonificações, optou-se por não as considerar e assim não comprometer o resultado final.

5 RESULTADOS

Com os levantamentos feitos, todas as partes necessárias para classificação da edificação e os pré-requisitos conferidos, a próxima parte do trabalho consiste em jogar os dados levantados no sistema WebPrescritivo. Os dados inseridos e ou considerados no foram:

5.1 PRÉ REQUISITOS GERAIS

- A edificação não necessita de isolamento de tubulações de água quente
- A edificação possui circuito elétrico com a possibilidade de medição centralizada por uso final

5.2 ENVOLTÓRIA

- Cidade de São Carlos, Zona Bioclimática 4
- Ucob-AC: $0,27502 \frac{W}{m^2 K}$
- Ucob- ANC: $1,2272 \frac{W}{m^2 K}$
- UPAR: $2,24 \frac{W}{m^2 K}$
- PAZ: 0 %
- @Cob: 30,24%
- @Par: 69,928 %
- FS: 0,399
- Atot: 8802,1 m²
- Apcob: 6301,3 m²
- Ape: 2934,033 m²
- Vtot: 7030,40 m³
- Aenv: 10956,07 m²
- PAFt: 16,69%
- PAFo: 15,52 %
- AVS: 45°
- AHS: 45°
-

5.2.1 CONSIDERAÇÃO DOS ÂNGULOS DE SOMBREAMENTO

Para o cálculo da ICenv, as parcelas dos ângulos de sombreamento vertical e horizontal entram na equação multiplicadas por fatores negativos, ou seja, quanto maior o ângulo em graus, menor será a eficiência da envoltória, por isso foram considerados os ângulos máximos de 45 graus para ambos ângulos

5.2.2 RESULTADOS ENVOLTÓRIA WEB PRESCRITIVO

A imagem abaixo mostra o resultado dos parâmetros inseridos no webprescritivo.

Figura 27: Resultado dos parâmetros inseridos no WebPrescritivo - Envoltória

Pré-requisitos gerais

Circuitos elétricos

A edificação possui circuito elétrico com possibilidade de medição centralizada por uso final

A edificação não possui circuito elétrico com possibilidade de medição centralizada por uso final ou não se aplica

Aquecimento de água

Atende pré-requisito para A

Atende pré-requisito para B

Atende pré-requisito para C

A edificação possui isolamento de tubulações

Este pré-requisito não se aplica à edificação

Não atende

Envoltória

Localização

Zona Bioclimática ZB 4

Cidade São Carlos SP

Pré-requisitos

| | | | | | |
|----------------------|---------|-----------------------|-------------------|--------|------------------------|
| U _{COB-AC} | 0.27502 | W/(m ² ·K) | α _{COB} | 30.24 | % |
| U _{COB-ANC} | 1.2272 | W/(m ² ·K) | CT _{PAR} | 0 | kJ/(m ² ·K) |
| U _{PAR} | 2.24 | W/(m ² ·K) | α _{PAR} | 69.928 | % |
| PAZ | 0 | % | FS | 0 | |

Dados Dimensionais da Edificação

| | | | | |
|-------------------|----------|----------------|----|------|
| A _{TOT} | 8802.1 | m ² | FA | 0.72 |
| A _{PCOB} | 6301.3 | m ² | | |
| A _{PE} | 2934.044 | m ² | | |
| V _{TOT} | 70030.40 | m ³ | FF | 0.16 |
| A _{ENV} | 10956.07 | m ² | | |

Características das Aberturas

| | | |
|------------------|-------|---|
| FS | 0.399 | |
| PAF _F | 16.69 | % |
| PAF _O | 15.52 | % |
| AVS | 45 | ° |
| AHS | 45 | ° |

* O nível de eficiência alcançado foi limitado pela absorptância térmica das paredes.

Calcular Eficiência Limpar

B

Fonte: Autor

A edificação foi classificada com nível B, limitada pela absorptância térmica das paredes, o que já era esperado, pois a edificação ultrapassa o nível de 50% para o pré-requisito de nível A.

5.3 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

- A edificação possui divisão de circuitos
- Atende aos requisitos de contribuição da luz natural
- Atende aos requisitos de desligamento automático
- Levantamento feito pelo método das atividades
- Atividades, uso, área e potência instalada são as mesmas informadas nas tabelas da seção 4.1.3.1.2

5.3.1 RESULTADO DA ILUMINAÇÃO NO WEB PRESCRITIVO

As figuras abaixo mostram o resultado do Webprescritivo para iluminação:

Figura 28: Resultado dos parâmetros inseridos no WebPrescritivo - Iluminação

| Iluminação | | | | | | | |
|---|----------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------|
| <input type="radio"/> Por áreas do edifício <input checked="" type="radio"/> Por atividades do edifício | | | | | | | |
| Pré-requisitos por ambientes | | | | | | | |
| | Divisão de circuitos | Contribuição da luz natural | Desligamento automático | Atividade | Uso | Área [m ²] | Potência [W] |
| 1 | Atende | Atende | Atende | Banheiros | Banheiros | 35.19 | 400 |
| 2 | Atende | Atende | Atende | Banheiros | Banheiros | 34.16 | 400 |
| 3 | Atende | Atende | Atende | Banheiros | Banheiros | 4.26 | 140 |
| 4 | Atende | Atende | Atende | Banheiros | Banheiros | 5.52 | 40 |
| 5 | Atende | Atende | Atende | Circulação | Circulação | 18.78 | 115 |
| 6 | Atende | Atende | Atende | Depósitos | Depósitos | 5.02 | 23 |
| 7 | Atende | Atende | Atende | Circulação | Circulação | 36.4 | 650 |
| 8 | Atende | Atende | Atende | Escritório | Escritório | 8.25 | 192 |
| 9 | Atende | Atende | Atende | Escritório | Escritório | 9.96 | 192 |
| 10 | Atende | Atende | Atende | Escritório | Escritório | 32.74 | 512 |
| 11 | Atende | Atende | Atende | Escritório | Escritório | 17.07 | 256 |
| 12 | Atende | Atende | Atende | Escritório | Escritório | 18.59 | 256 |
| 13 | Atende | Atende | Atende | Escritório | Escritório | 14.04 | 192 |
| 14 | Atende | Atende | Atende | Circulação | Circulação | 10.74 | 64 |
| 15 | Atende | Atende | Atende | Circulação | Circulação | 28.88 | 278 |
| 16 | Atende | Atende | Atende | Banheiros | Banheiros | 4.86 | 64 |
| 17 | Atende | Atende | Atende | Banheiros | Banheiros | 4.86 | 64 |
| 18 | Atende | Atende | Atende | Banheiros | Banheiros | 3.22 | 23 |
| 19 | Atende | Atende | Atende | Circulação | Circulação | 10.09 | 23 |
| 20 | Atende | Atende | Atende | Cozinhas | Cozinhas | 3.82 | 64 |
| 21 | Atende | Atende | Atende | Depósitos | Depósitos | 2.88 | 23 |
| 22 | Atende | Atende | Atende | Banheiros | Banheiros | 40.89 | 390 |
| 23 | Atende | Atende | Atende | Banheiros | Banheiros | 30.74 | 390 |
| 24 | Atende | Atende | Atende | Circulação | Circulação | 13.81 | 138 |
| 25 | Atende | Atende | Atende | Depósitos | Depósitos | 61.05 | 384 |
| 26 | Atende | Atende | Atende | Depósitos | Depósitos | 193.76 | 768 |
| 27 | Atende | Atende | Atende | Circulação | Circulação | 59.6 | 279 |
| 28 | Atende | Atende | Atende | Banheiros | Banheiros | 30.76 | 192 |
| 29 | Atende | Atende | Atende | Banheiros | Banheiros | 26.65 | 192 |
| 30 | Atende | Atende | Atende | Depósitos | Depósitos | 12.18 | 64 |
| 31 | Atende | Atende | Atende | Sala de espera. convivê | Sala de espera. convivência | 26.4 | 192 |
| 32 | Atende | Atende | Atende | Depósitos | Depósitos | 136.94 | 384 |
| 33 | Atende | Atende | Atende | Circulação | Circulação | 40.65 | 280 |
| 34 | Atende | Atende | Atende | Cozinhas | Cozinhas | 80.94 | 520 |
| 35 | Atende | Atende | Atende | Banheiros | Banheiros | 17.05 | 278 |
| 36 | Atende | Atende | Atende | Banheiros | Banheiros | 17.73 | 278 |
| 37 | Atende | Atende | Atende | Cozinhas | Cozinhas | 7.63 | 64 |
| 38 | Atende | Atende | Atende | Depósitos | Depósitos | 3.52 | 23 |
| 39 | Atende | Atende | Atende | Escritório | Escritório | 21.24 | 256 |
| 40 | Atende | Atende | Atende | Circulação | Circulação | 176.43 | 1138 |

Fonte: Autor

Figura 29 Resultado dos parâmetros inseridos no WebPrescritivo - Iluminação

| | | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------------------------|------------------------------------|--------|-------|
| 40 | Atende | Atende | Atende | Circulação | Circulação | 176.43 | 1138 |
| 41 | Atende | Atende | Atende | Escritório | Escritório | 40.7 | 584 |
| 42 | Atende | Atende | Atende | Sala de Aula. Treiname | Sala de Aula. Treinamento | 97.4 | 896 |
| 43 | Atende | Atende | Atende | Sala de Aula. Treiname | Sala de Aula. Treinamento | 103.1 | 896 |
| 44 | Atende | Atende | Atende | Sala de Aula. Treiname | Sala de Aula. Treinamento | 110.46 | 896 |
| 45 | Atende | Atende | Atende | Sala de Aula. Treiname | Sala de Aula. Treinamento | 103.5 | 896 |
| 46 | Atende | Atende | Atende | Depósitos | Depósitos | 9.83 | 64 |
| 47 | Atende | Atende | Atende | Sala de espera. convivê | Sala de espera. convivência | 33.1 | 428 |
| 48 | Atende | Atende | Atende | Banheiros | Banheiros | 3.72 | 40 |
| 49 | Atende | Atende | Atende | Banheiros | Banheiros | 4.26 | 40 |
| 50 | Atende | Atende | Atende | Vestibário | Vestibário | 18.93 | 328 |
| 51 | Atende | Atende | Atende | Circulação | Circulação | 9.05 | 64 |
| 52 | Atende | Atende | Atende | Circulação | Circulação | 15.25 | 128 |
| 53 | Atende | Atende | Atende | Circulação | Circulação | 39.2 | 256 |
| 54 | Atende | Atende | Atende | Circulação | Circulação | 116.56 | 1184 |
| 55 | Atende | Atende | Atende | Vestibário | Vestibário | 19.33 | 588 |
| 56 | Atende | Atende | Atende | Vestibário | Vestibário | 23.7 | 606 |
| 57 | Atende | Atende | Atende | Banheiros | Banheiros | 12.95 | 220 |
| 58 | Atende | Atende | Atende | Banheiros | Banheiros | 12.95 | 220 |
| 59 | Atende | Atende | Atende | Centro de Convenções | Centro de Convenções - Espaço de e | 3069 | 17004 |
| 60 | Atende | Atende | Atende | Casa de Máquinas | Casa de Máquinas | 109.33 | 160 |
| 61 | Atende | Atende | Atende | Casa de Máquinas | Casa de Máquinas | 112.25 | 448 |
| 62 | Atende | Atende | Atende | Depósitos | Depósitos | 22.19 | 192 |
| 63 | Atende | Atende | Atende | Circulação | Circulação | 30.47 | 168 |
| 64 | Atende | Atende | Atende | Escritório | Escritório | 100.6 | 360 |
| 65 | Atende | Atende | Atende | Casa de Máquinas | Casa de Máquinas | 318.55 | 160 |
| 66 | Atende | Atende | Atende | Auditórios e Anfiteatros | Teatro | 457.72 | 1100 |

■ ■ ■ ■

* Desde que observados os pré-requisitos de contribuição da luz natural e divisão dos circuitos

Fonte: Autor

A edificação foi classificada com nível B no sistema de iluminação

5.4 SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

- A edificação possui isolamento de tubulações
- Todos os aparelhos são etiquetados
- Os aparelhos considerados estão descritos na seção 4.1.4.1.3
- AU: 6356,33 m²
- AC: 3732,78 m²
- Área de permanência transitória: 1649,35 m²

5.4.1 RESULTADOS DO SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

A figura abaixo mostra o resultado do webprescritivo:

Figura 30: Resultado dos parâmetros inseridos no WebPrescritivo – Condicionamento de Ar

Condicionamento do Ar

Pré-Requisitos Gerais

Possui isolamento de tubulações
 Não possui isolamento de tubulações

Condicionadores de ar etiquetados

| | - Ambiente + | Nº. de Unidades | Tipo | Capacidade [BTU/h] | Eficiência [W/W] | Etiqueta |
|----|--------------|-----------------|-------|--------------------|------------------|----------|
| 1 | Split 1 | - 1 + | split | 18000 | 3.26 | A |
| 2 | Split 2 | - 1 + | split | 18000 | 3.26 | A |
| 3 | Split 3 | - 1 + | split | 18000 | 3.26 | A |
| 4 | Split 4 | - 1 + | split | 18000 | 3.26 | A |
| 5 | Split 5 | - 1 + | split | 18000 | 3.26 | A |
| 6 | Split 6 | - 1 + | split | 30000 | 3.24 | A |
| 7 | Split 7 | - 1 + | split | 18000 | 3.26 | A |
| 8 | Split 8 | - 1 + | split | 18000 | 3.26 | A |
| 9 | Split 9 | - 1 + | split | 18000 | 3.26 | A |
| 10 | Split 10 | - 1 + | split | 18000 | 3.26 | A |
| 11 | Split 11 | - 1 + | split | 18000 | 3.26 | A |
| 12 | Split 12 | - 1 + | split | 30000 | 3.26 | A |
| 13 | Split 13 | - 1 + | split | 36000 | 3.25 | A |
| 14 | Split 14 | - 1 + | split | 48000 | 3.24 | A |
| 15 | Split 15 | - 1 + | split | 48000 | 3.24 | A |
| 16 | Split 16 | - 1 + | split | 48000 | 3.24 | A |
| 17 | Split 17 | - 1 + | split | 60000 | 3.24 | A |
| 18 | Split 18 | - 1 + | split | 60000 | 3.24 | A |
| 19 | Split 19 | - 1 + | split | 60000 | 3.24 | A |
| 20 | Split 20 | - 1 + | split | 60000 | 3.24 | A |
| 21 | Split 21 | - 1 + | split | 60000 | 3.24 | A |
| 22 | Split 22 | - 1 + | split | 60000 | 3.24 | A |

Condicionadores de ar não etiquetados

| | - Condicionador de ar + | Capacidade [BTU/h] | Nível de eficiência |
|---|-------------------------|--------------------|---------------------|
| 1 | | | A |

AU m² ?
AC m² ?

A

Fonte: Autor

A edificação foi classificada com nível A no sistema de condicionamento de ar

5.4.2 CONSIDERAÇÃO SOBRE OS APARELHOS DE AR

Todos os aparelhos de ar condicionados considerados foram com etiqueta nível A na classificação do Inmetro, tal consideração foi feita de acordo com sugestão do projetista visando o melhor aproveitamento energético.

Na realidade, podem haver diferentes aparelhos com outras classificações.

Além disso, os aparelhos de ar foram classificados de acordo com a classificação antiga, o que faz sentido pois o modelo de classificação seguido leva em conta essa classificação, recentemente em 2021, surgiu uma nova tabela de classificação de aparelhos de ar

5.5 ETIQUETA GERAL

Foi levantada a área de permanência transitória em plantas de projeto, um total de 1649,35m² de áreas de circulação, depósitos e casa de máquinas

O Equivalente numérico para a ventilação natural (EqNumV) foi considerado 1

5.5.1 RESULTADO DA ETIQUETA GERAL

A figura abaixo, mostra o resultado do webprescritivo:

Figura 31: Resultado da etiqueta geral no Webprescritivo

Etiqueta Geral

APT m² ?

ANC m² ?

EqNumV ?

b ?

Pontuação: 4.09

B C D E

Fonte: Autor

A edificação obteve uma pontuação total de 4,09 pontos, sendo classificada como nível B no sistema de etiquetagem.

6 MELHORIAS

No intuito de elevar a classificação obtida e alcançar pontuação necessária para se obter o Nível A. Serão propostas algumas sugestões de melhorias e ou considerações que não puderem ser adotadas neste trabalho.

6.1 ABSORTÂNCIA TÉRMICA DAS PAREDES

A classificação da envoltória foi limitada ao nível B pelo pré requisito de Upar, o qual ultrapassou o valor de 50%, sendo calculado em 69% de acordo com as informações de projeto.

Uma diminuição da absorvância das paredes é possível através da utilização de tintas com valores mais baixos.

Foi rodado o mesmo modelo no WebPrescritivo já apresentado nos Resultados deste trabalho, porém com valor de absorvância de 50%, o limite para atender ao pré-requisito

A figura abaixo mostra o novo resultado da envoltória:

Figura 32: Novo resultado de envoltória Webprescritivo – Absortância diminuida

The screenshot shows the 'Envoltória' window with the following data:

| Localização | |
|-------------------|---------------|
| Zona Bioclimática | ZB 4 |
| Cidade | São Carlos SP |

Pré-requisitos

| | | | | | |
|---------------|---------|----------------------|----------------|-------|-----------------------|
| U_{COB-AC} | 0.27502 | W/(m ² K) | α_{COB} | 30.24 | % |
| $U_{COB-ANC}$ | 1.2272 | W/(m ² K) | CT_{PAR} | 0 | kJ/(m ² K) |
| U_{PAR} | 2.24 | W/(m ² K) | α_{PAR} | 50 | % |
| PAZ | 0 | % | FS | 0 | |

Calcular Eficiência Limpar

A

| Dados Dimensionais da Edificação | | |
|----------------------------------|----------|----------------|
| A_{TOT} | 8802.1 | m ² |
| A_{PCOB} | 6301.3 | m ² |
| A_{PE} | 2934.044 | m ² |
| V_{TOT} | 70030.40 | m ³ |
| A_{ENV} | 10956.07 | m ² |

| Características das Aberturas | | |
|-------------------------------|-------|---|
| FS | 0.399 | |
| PAF_T | 16.69 | % |
| PAF_O | 15.52 | % |
| AVS | 45 | ° |
| AHS | 45 | ° |

Fonte: Autor

Com isso, a classificação geral também se alterou, subindo de 4.09 para 4.27, não o suficiente para se atingir nível, que exige uma pontuação de 4.5.

A figura abaixo mostra o resultado da nova classificação geral:

Figura 33: Novo resultado da etiqueta geral Webprescritivo – Absortância diminuida

The screenshot shows the 'Etiqueta Geral' window with the following data:

| | | |
|--------|---------------|----------------|
| APT | 1649.35 | m ² |
| ANC | 974.199999999 | m ² |
| EqNumV | 1 | |
| b | 0 | |

Calcular Eficiência Limpar

Pontuação: 4.27

B

Fonte: Autor

6.2 BONIFICAÇÕES

As bonificações funcionam como ponto extra na classificação geral da edificação, para esse capítulo de melhorias, foi utilizado a modelo do WebPrescritivo com as informações de projeto e considerada cada uma das bonificações isoladamente até se obter o nível A.

A tabela abaixo sintetiza quais os níveis necessários de bonificação para se atingir o nível A da edificação.

Tabela 21: Bonificações e nível necessário para elevar etiqueta geral para nível A

| BONIFICAÇÃO | Necessário para Nível A |
|--|---------------------------------|
| Sistemas e equipamentos que racionalizem o uso de água. | Economia de 17% ou mais |
| Sistemas ou fontes renováveis de energia (aquecimento de água). | Economia de 29% ou mais |
| Sistemas ou fontes renováveis de energia (energia eólica ou fotovoltaica). | Economia de 5% ou mais |
| Sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas. | Economia de 29% ou mais |
| Elevadores. | Classificação A ou B no VDI4707 |

Fonte: Autor

7 CONCLUSÕES

7.1 LEVANTAMENTO E CLASSIFICAÇÃO GERAL

O presente trabalho obteve êxito no intuito de classificar o Centro de Cultura e Convenções da UFSCar através do método prescritivo descrito no Manual RTQ-C, versão de abril de 201.

Os dados necessários para a classificação da edificação foram todos levantados através de projetos e do memorial descritivo da Edificação.

A classificação geral B, é um bom resultado se tratando de uma edificação construída sem o propósito de se obter um selo Procel de Edificações, ou seja, que não foi projetada se pensando diretamente nos pontos previstos pela etiquetagem.

Além disso, a classificação de nível A ficou muito próxima, sendo possível de ser obtida através de poucas melhorias

7.4 POTENCIAL DE CLASSIFICAÇÃO NÍVEL A

Pensando em se obter o selo de classificação nível A, as melhorias propostas no item 6 Melhorias podem ser adotadas entre elas:

- Trocar a tinta das fachadas, por uma de menor absorvência térmica, atingindo nível A para Envoltória.
- Trabalhar com as bonificações disponíveis, conforme exemplificado no item 6.8 Bonificações

7.3 ETIQUETA DE PROJETO X ETIQUETA DE EDIFICAÇÃO CONSTRUIDA

Este trabalho, avaliou a edificação com base nas informações contidas em projetos, podem ter ocorrido variações ou mudanças, tanto no período de obras quanto no decorrer do tempo, que acabaram por não serem consideradas.

7.4 TRABALHOS FUTUROS

Como ideia de trabalhos futuros que possam complementar ou se utilizar deste trabalho, deixo as seguintes sugestões:

- Avaliar a edificação enquanto edificação construída e comparar
- Trabalhar com as bonificações da edificação
- Avaliar a edificação através da Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-R), que é uma nova metodologia que vem para substituir o RTQ-C

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PROCEL. **Diretrizes para obtenção de classificação nível A para edificações comerciais, de serviço e públicas - Zonas Bioclimáticas.** Disponível em: < <http://www.procelinfo.com.br/DIRETRIZES> >. Acesso em: mar. 2021.

PROCEL. **Manual RTQ-C.** Disponível em: < <http://www.procelinfo.com.br/manual> >. Acesso em: mar. 2021.

PROCEL. Planejamento e controle ambiental-urbano e a eficiência energética. Disponível em: < <http://www.procelinfo.com.br/planejamento> >. Acesso em: mar. 2021

PROCEL. Introdução ao Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações. Disponível em: < <http://www.procelinfo.com.br/introducao> >. Acesso em: mar. 2021

PROCEL. **FAQ e dúvidas frequentes.** Disponível em: < <http://www.eleto-bras.com/pci/services/ProcelFAQ> > . Acesso em: mar. 2021

PROCEL. **Regulamento para concessão do Selo Procel de Economia de Energia para Edificações.** Disponível em: < <http://www.procelinfo.com.br/regulamento> >. Acesso em: mar. 2021.

PROCEL. **Critérios para concessão do Selo Procel de Economia de Energia para Edificações comerciais, de serviços e públicas.** Disponível em: < <http://www.procelinfo.com.br/criterios> >. Acesso em: mar. 2021.

TRINDADE, C. Q. DA. **Eficiência energética com base nos critérios procel edifica:** estudo de caso em edificações da rede federal de educação profissional e tecnológica. Dissertação (Mestrado em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade) - Programa de Pós- Graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2020.

SILVA, I. M. C. F.; NETO, A. D. DE. L. T.; GOLVEIA, L. P. R. A importância

do retrofit sustentável e os certificados ambientais utilizados no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, 6., 2018, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, UFPB, p. 1-12.

CAMPOS, M. A.; FERRÃO, A. M. A. **Engenharia de empreendimentos sustentáveis: classes de uso e níveis de certificação dos empreendimentos certificados no estado de São Paulo**. REEC, 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.5216/reec.V14i1.44803> >. Acesso em: abril. 2021.

GRÜNBERG, Paula Regina Mendes; MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias de; TAVARES, Sergio Fernando. **Certificação Ambiental de Habitações: comparação entre LEED For Homes, Processo Aqua e Selo Casa Azul**. In: **AMBIENTE & SOCIEDADE**, 2., 2013, São Paulo. Anais... . São Paulo: Ambiente & Sociedade, 2014. p. 195 - 214

MENDES GRÜNBERG, P. R.; FARIAS DE MEDEIROS, M. H.; TAVARES, S. F. **Certificação ambiental de habitações: comparação entre leed for homes, processo aqua e selo casa azul**. **Ambiente & Sociedade**, XVII, 2014. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/asoclang=pt> >. Acesso em: mar. 2021.

SOUZA, Ana D. S. FERRAMENTA ASUS: **Proposta Preliminar para avaliação da sustentabilidade de edifícios brasileiros a partir da base conceitual da sbtool**. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2008

CARVALHO, T. S. **Glória Palace Hotel: um estudo dos aspectos de sustentabilidade no retrofit de um hotel histórico**. Rio de Janeiro: **Escola Politécnica/UFRJ**, 2013. (Dissertação de graduação de Engenharia Civil)

CASTRO-LACOUTURE, D.; SEFAIR, J. A.; FLÓREZ, L.; & MEDAGLIA, A. L. **Optimization model for the selection of materials using a LEED-based green building rating system in Colombia**. **Building and Environment**, v. 44, n. 6, 2009.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. Certificação LEED. GBCBrasil. 2021. Disponível em:< [Certificações - GBC Brasil](#)> Acesso em: 24/set/2021.

9 APÊNDICES

Este apêndice tem por objetivo informar a definição de termos utilizados para o cálculo do método prescritivos, além de informar seus símbolos e unidades caso hajam.

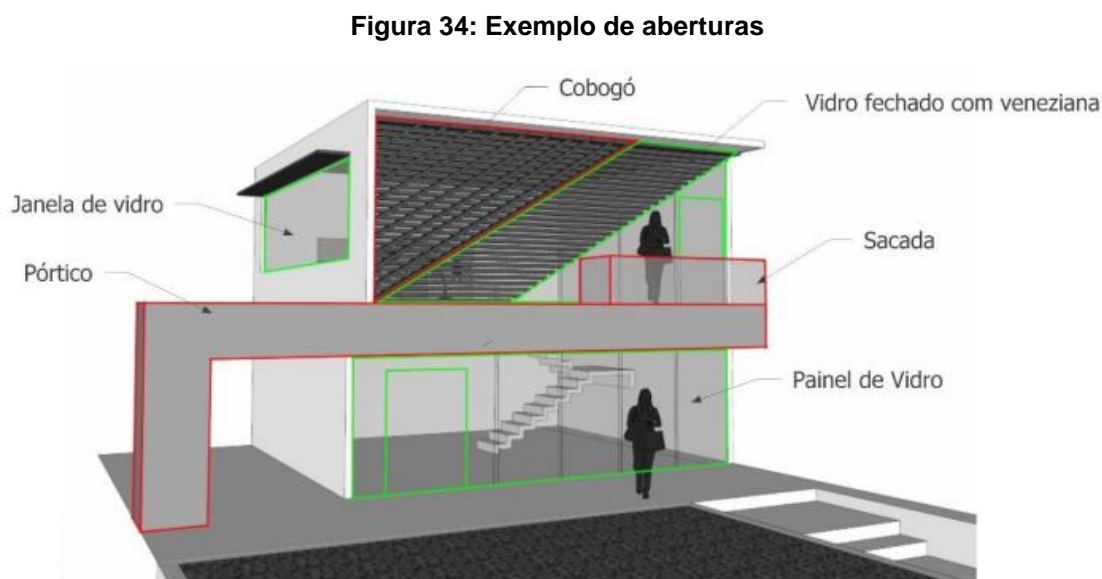
9.1 ABERTURA

Abertura é toda e qualquer parte da fachada cujo material é transparente ou translúcido de forma que permita a passagem de luz e radiação solar.

Janelas, painéis plásticos, claraboias, vãos com policarbonato são considerados aberturas.

Vãos descobertos, pórticos, cobogós e sacadas não são considerados aberturas.

A figura abaixo exemplifica as aberturas:



Fonte: (Manual RTQ-C, 2017)

9.2 AMBIENTES

Ambiente é considerado todo espaço interno fechado por superfícies sólidas, sejam elas paredes ou divisórias. A divisão não se limita apenas a vedação de alvenaria ou concreto, porém é necessário que vedem do piso ao teto para se

considerar ambientes distintos.

9.3 AMBIENTES CONDICIONADOS

Todo ambiente fechado atendido por sistema de condicionamento de ar.

9.4 AMBIENTES DE PERMANÊNCIA PROLONGADA

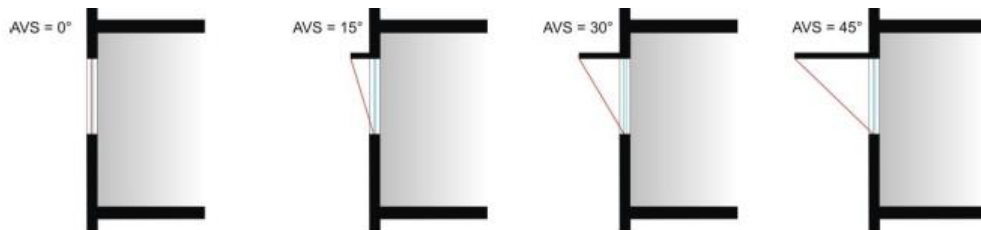
Ambiente de ocupação contínua por um ou mais indivíduo, tais como: escritórios, sala de aula, cozinha, circulação de público em centros de convenções.

9.5 ÂNGULOS DE SOMBREAMENTO

Ângulo vertical de sombreamento (AVS) é o ângulo formado entre dois planos verticais, o primeiro é o plano na base da folha do vidro e o segundo é o plano formado pela extremidade mais distante da proteção solar até a base do vidro.

A figura abaixo exemplifica o AVS.

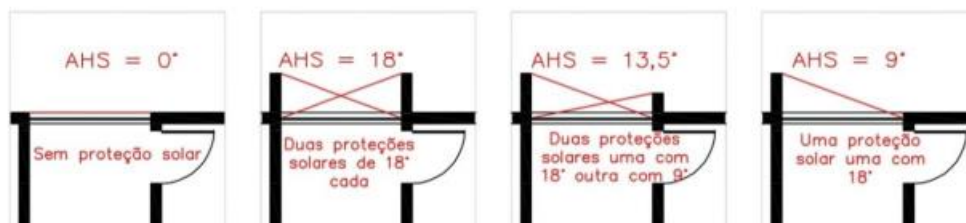
Figura 35: Exemplo de ângulos verticais de sombreamento



Fonte: (Manual RTQ-C, 2017) 1

Ângulo horizontal de sombreamento (AHS) é formado pelos planos horizontais. Como pode ser visto na figura abaixo.

Figura 36: Exemplos de ângulos horizontais de sombreamento



Fonte: (Manual RTQ-C, 2017)

9.5 ÁREAS CONDICIONADAS (AC) [m²]

É a área útil dos ambientes condicionados, em metros quadrados

9.7 ÁREA NÃO CONDICIONADA (ANC) [m²]

Área útil dos ambientes não condicionados em ambientes de permanência

prolongada, em metros quadrados.

9.8 ÁREA DA ENVOLTÓRIA (AENV) [m²]

Soma das áreas das fachadas, empenas e cobertura, incluído as aberturas.

9.9 ÁREA DE PERMANÊNCIA TRANSITÓRIA (APT) [m²]

Área útil dos ambientes de permanência transitória, ambientes como depósitos, casa de máquinas, circulações como corredores e escadas, desde que esses ambientes não sejam condicionados.

9.10 ÁREA DE PROJEÇÃO DA COBERTURA (A_{pcob}) [m²]

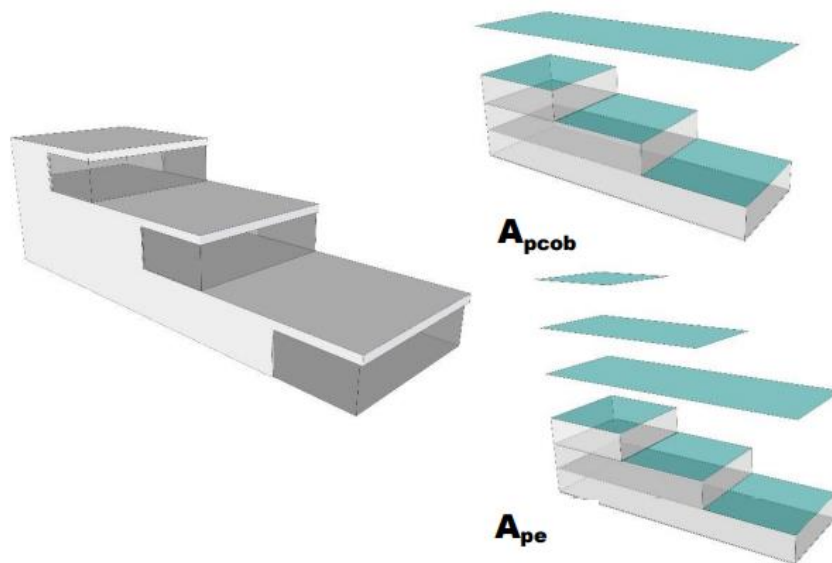
Área da projeção horizontal da cobertura, incluindo terraços cobertos ou descobertos desde que no alinhamento do edifício.

9.11 ÁREA DE PROJEÇÃO DA EDIFICAÇÃO (A_{pe}) [m²]

É a média da projeção dos pavimentos, quando se possuem mais de um pavimento, quando é apenas 1 pavimento, a área de projeção da edificação é igual a área de projeção da cobertura.

A figura abaixo exemplifica as áreas de projeção da cobertura e da edificação:

Figura 37: Exemplo de áreas de projeção cobertura e projeção da edificação



Fonte: (Manual RTQ-C, 2017)

9.12 ÁREA ÚTIL(AU) [m²]

É toda área da edificação passível de ocupação, seja permanência transitória ou prolongada, medida entre os parâmetros internos das paredes que delimitam os

ambientes, e sem levar em consideração ambientes de garagem.

9.13 ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA (A_{tot}) [m^2]

Soma das áreas de piso dos ambientes fechados da construção, medidas externamente

9.14 DENSIDADE DE POTÊNCIA DE ILUMINAÇÃO (DPI) e DENSIDADE DE POTÊNCIA DE ILUMINAÇÃO LIMITE (DPIL) [W/m^2]

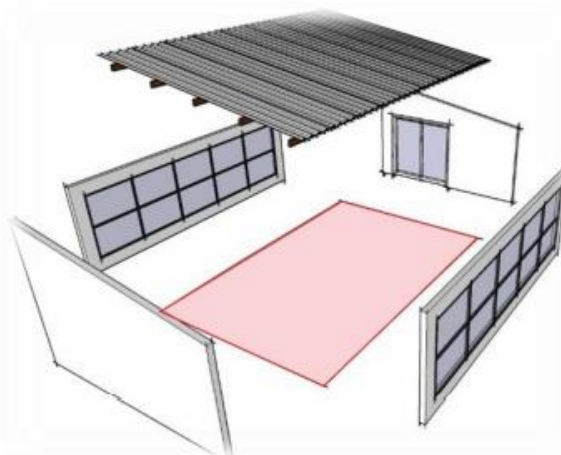
É a razão entre o somatório da potência das lâmpadas e reatores de um ambiente. A DPIL está diretamente relacionada ao nível de iluminância necessário nos planos de trabalho.

9.15 ENVOLTÓRIA (ENV)

A envoltória pode ser definida como a pele da edificação, são os elementos construtivos que estão em contato com o exterior. Tais como: paredes, coberturas, vidros e aberturas.

A figura abaixo exemplifica a envoltória:

Figura 38: Exemplo de componentes da envoltória



Fonte: (Manual RTQ-C, 2017)

9.16 FACHADA

Fachadas são os elementos externos verticais ou com inclinação superior a 60° em relação a horizontal, inclui superfícies opacas, paredes, vidros, aberturas, vãos de entrada. A fachada entra no cálculo de Percentual de abertura nas Fachadas (PAF) e no cálculo do Fator Forma (FF). As fachadas ainda são divididas de acordo com a sua orientação geográfica.

9.17 FATOR ALTURA (FA)

Razão entre a área de projeção da cobertura e a área total construída

(Apcbo/Atot) excluindo os subsolos.

9.18 FATOR FORMA (FF)

Razão entra a área de envoltória e o volume total da edificação (A_{env}/V_{total})

9.19 FATOR SOLAR (FS)

Razão entre o ganho de calor que entra num ambiente através de uma abertura e a radiação solar incidente sobre a mesma abertura, para vidros o valor de FS é fornecido pelo fabricante.

9.20 PAREDES EXTERNAS

São superfícies opacas que delimitam o interior do exterior da edificação, excluindo as aberturas. É diferente das fachadas, pois nas fachadas contêm aberturas, proteção solares e vãos sem fechamento.

9.21 PERCENTUAL DE ABERTURA ZENITAL (PAZ) [%]

Refere-se exclusivamente a aberturas com inclinação inferior a 60° , é a razão entre área de abertura zenital, aberturas presentes na cobertura, pela área de cobertura. Para o cálculo do PAZ, quando temos aberturas inclinadas, leva-se em conta projeção da abertura no plano horizontal.

9.22 PERCENTUAL DE ÁREA DE ABERTURA NA FACHADA TOTAL (PAFT) [%]

É a razão entre a soma das áreas de abertura envidraçada ou translúcida de cada fachada e área total das fachadas da edificação.

9.23 SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR (CA)

Qualquer equipamento de tratamento de ar destinado a controlar temperatura, umidade, pureza e distribuição de ar de um ambiente.

9.24 TRÂMISMITÂNCIA TÉRMICA (U) [W/(m²K)]

Transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo. São divididas em transmitância térmica da cobertura (U_{cob}) e transmitância térmica das paredes (U_{par}).

9.25 ABSORTÂNCIA TÉRMICA (@)

É uma propriedade do material referente a parcela de radiação absorvida pelo mesmo, relacionada a cor, em outras palavras, representa o quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície.

9.26 VOLUME TOTAL DA EDIFICAÇÃO (V_{tot}) [m^3]

É o volume delimitado pelos fechamentos externos dos edifícios e sua altura, excluindo os pátios internos descobertos

9.27 EQUIVALENTE NUMÉRTICO (EqNum)

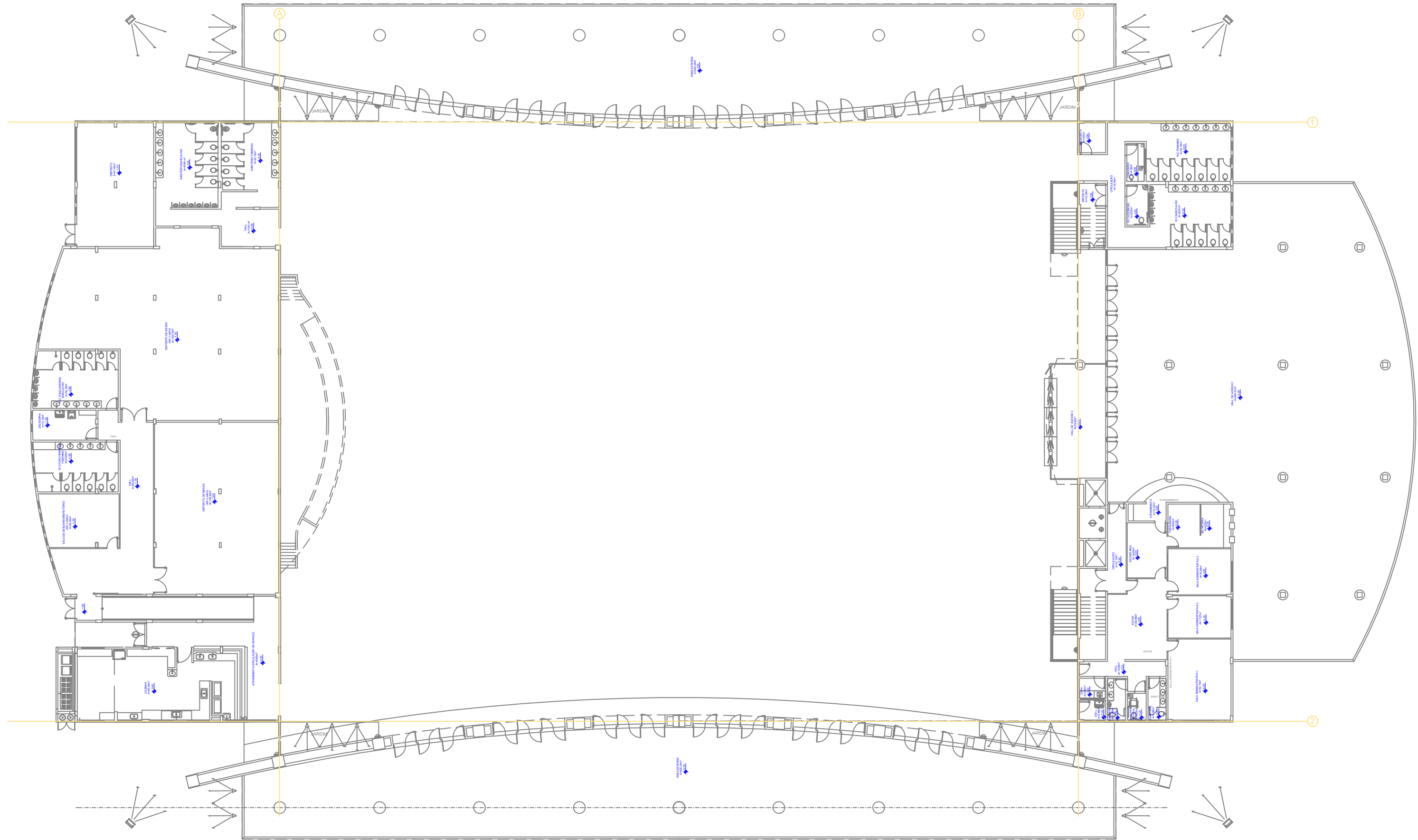
É um número representativo da eficiência de um sistema, são eles:

- Equivalente numérico da eficiência do sistema de condicionamento de ar (EqNumAC)
- Equivalente numérico da eficiência do sistema de iluminação (EqNumDPI)
- Equivalente numérico da eficiência da envoltória (EqNumENV)
- Equivalente numérico da eficiência da ventilação de ambientes não condicionados (EqNumV)

9.28 INDICADOR DE CONSUMO DA ENVOLTÓRIA (ICEnv)

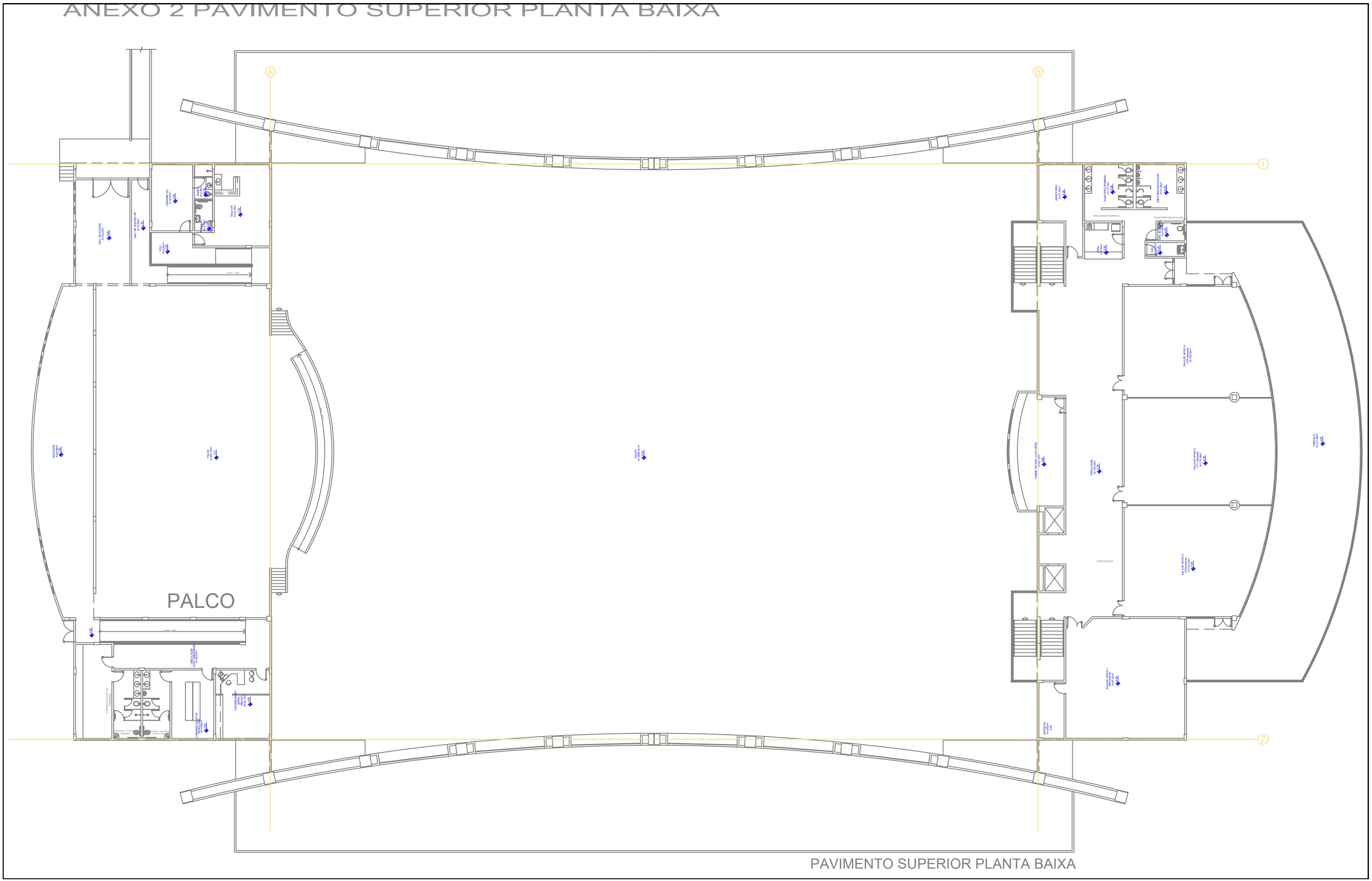
É um parâmetro que serve para uma avaliação comparativa da eficiência da envoltória. Foi desenvolvida através de equações geradas no programa computacional EnergyPlus e adequado para as específicas zonas bioclimáticas brasileiras.

ANEXO 1 TÉRREO PLANTA BAIXA



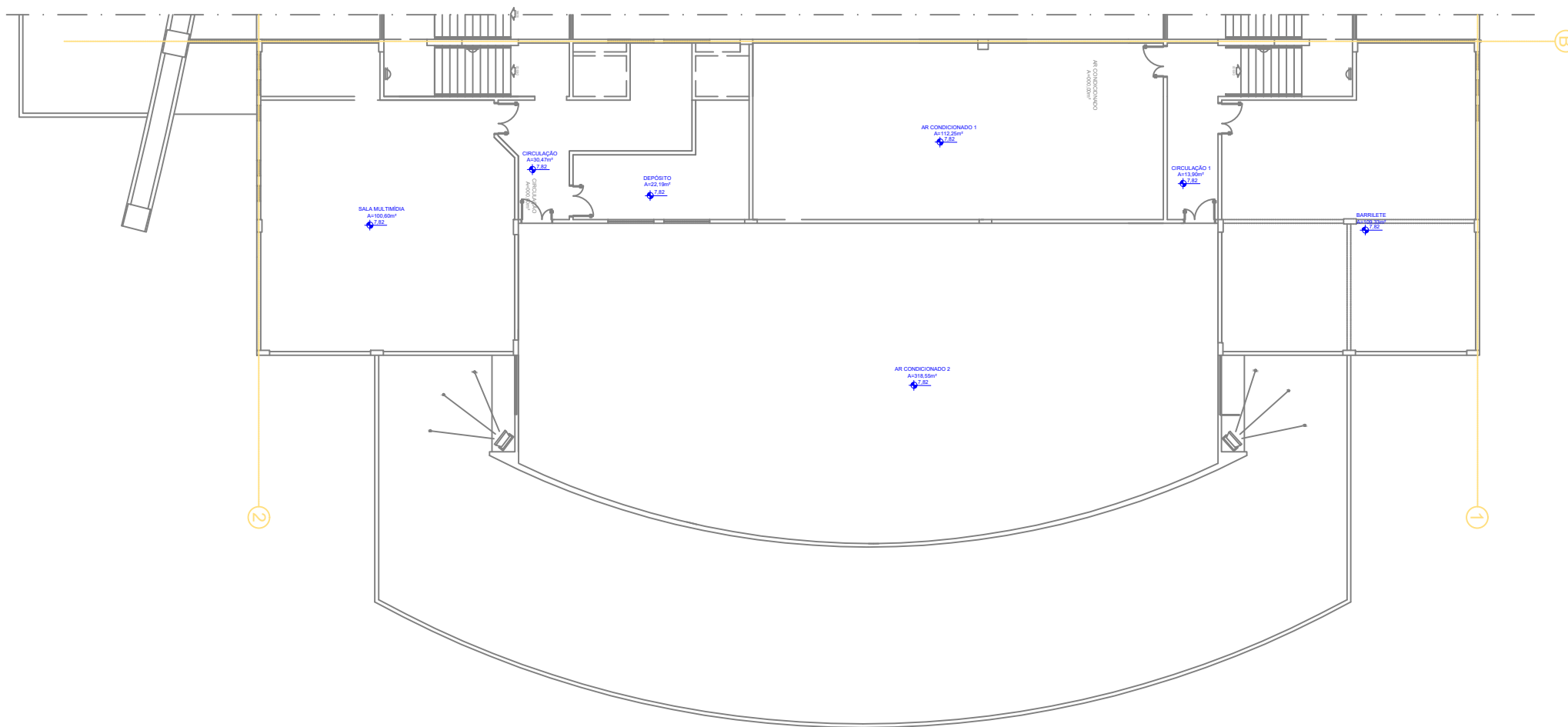
PAVIMENTO TÉRREO PLANTA BAIXA

ANEXO 2 PAVIMENTO SUPERIOR PLANTA BAIXA



PAVIMENTO SUPERIOR PLANTA BAIXA

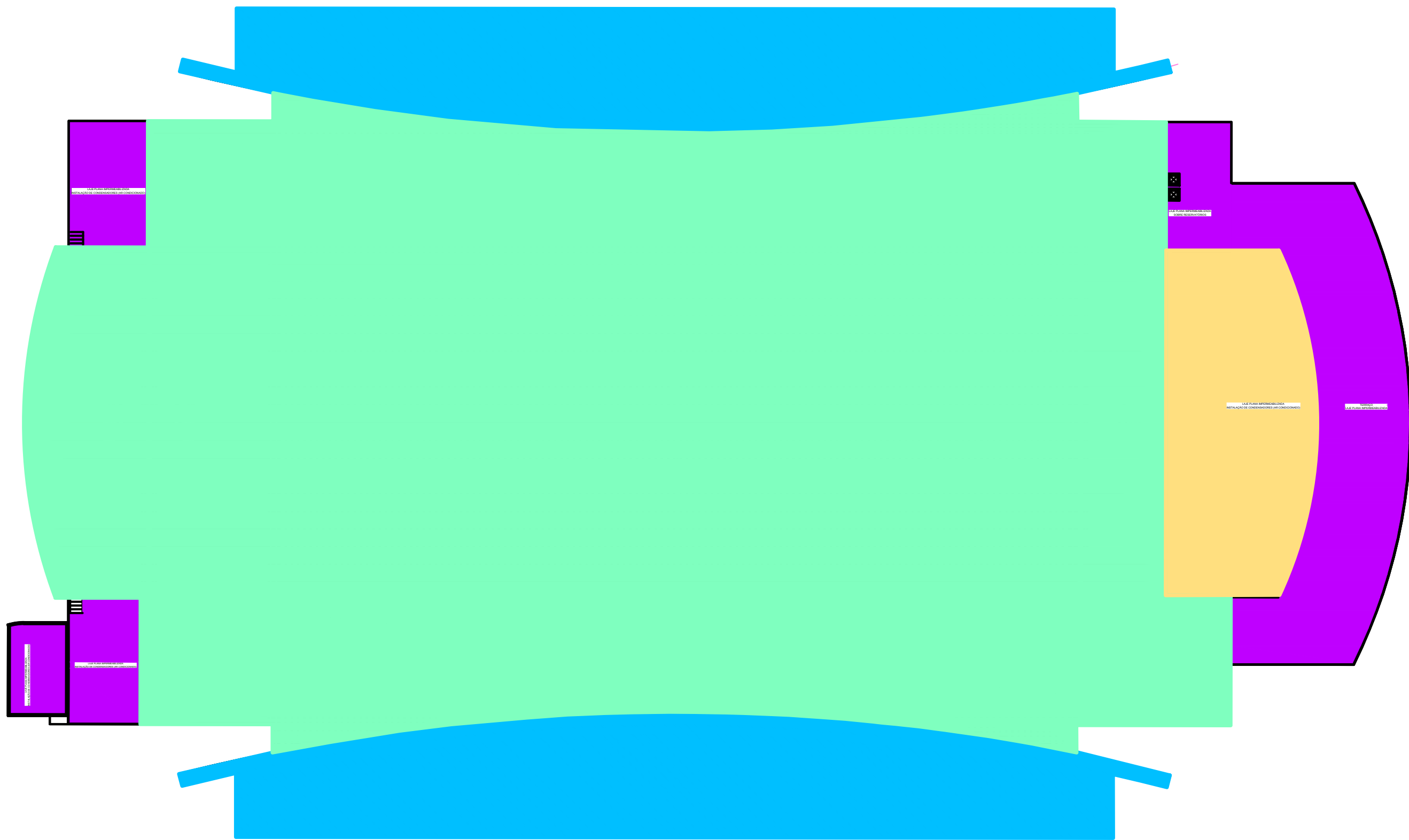
ANEXO 3 PAVIMENTO TÉCNICO PLANTA BAIXA



PAVIMENTO TÉCNICO PLANTA BAIXA

ANEXO 4 COBERTURAS, ÁREAS, AMBIENTES E ABSORTÂNCIA

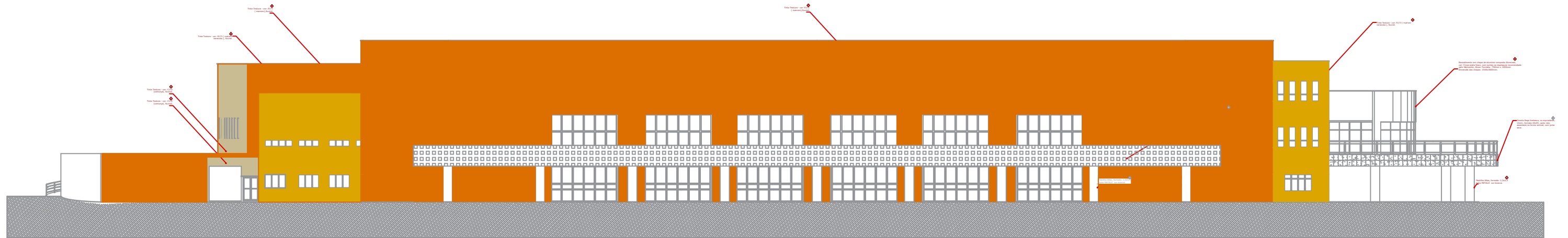
| ÁREAS DE COBERTURA | | | | |
|--------------------|----------------|------------------|-----------|---------|
| TIPO | U [W/(m²*k)] | AMBIENTE | ÁREA (m²) | Hachura |
| Telha Metálica | 0,022 | Condicionado | 4237,52 | Verde |
| Telha Metálica | 0,022 | Não Condicionado | 1237,08 | Azul |
| Laje Maciça | 3,73 | Condicionado | 304,44 | Amarelo |
| Laje Maciça | 3,73 | Não Condicionado | 522,26 | Púrpura |



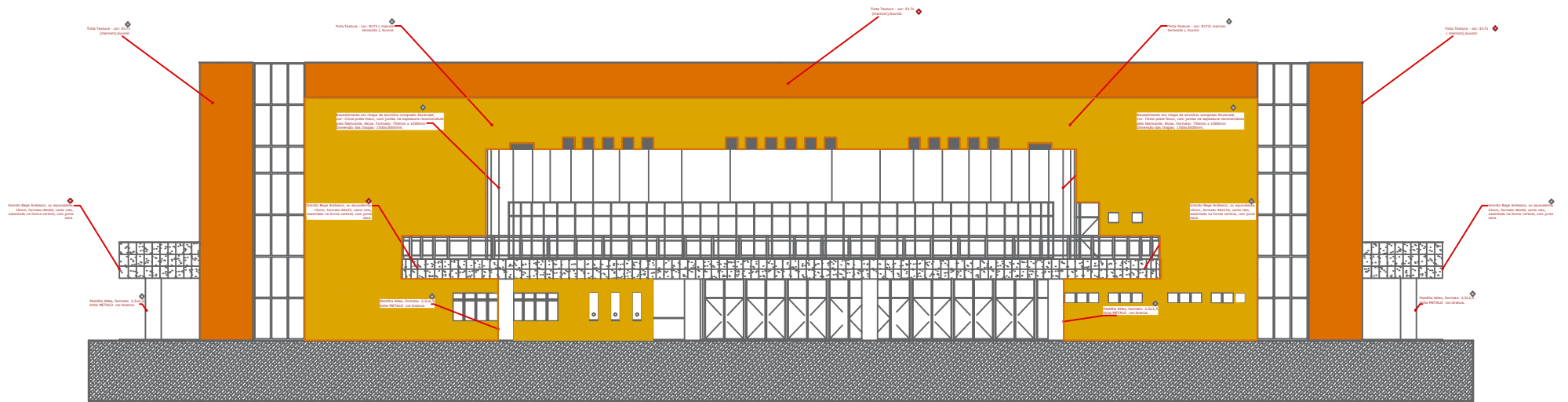
ANEXO 5 PAREDES EXTERNAS E CORES FACHADA LESTE



ANEXO 6 PAREDES EXTERNAS E CORES FACHADA OESTE



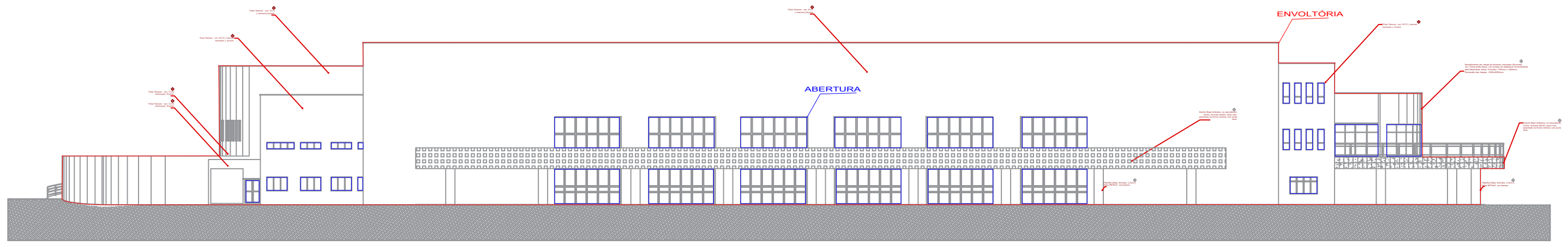
ANEXO 7 PAREDES EXTERNAS E CORES FACHADA NORTE



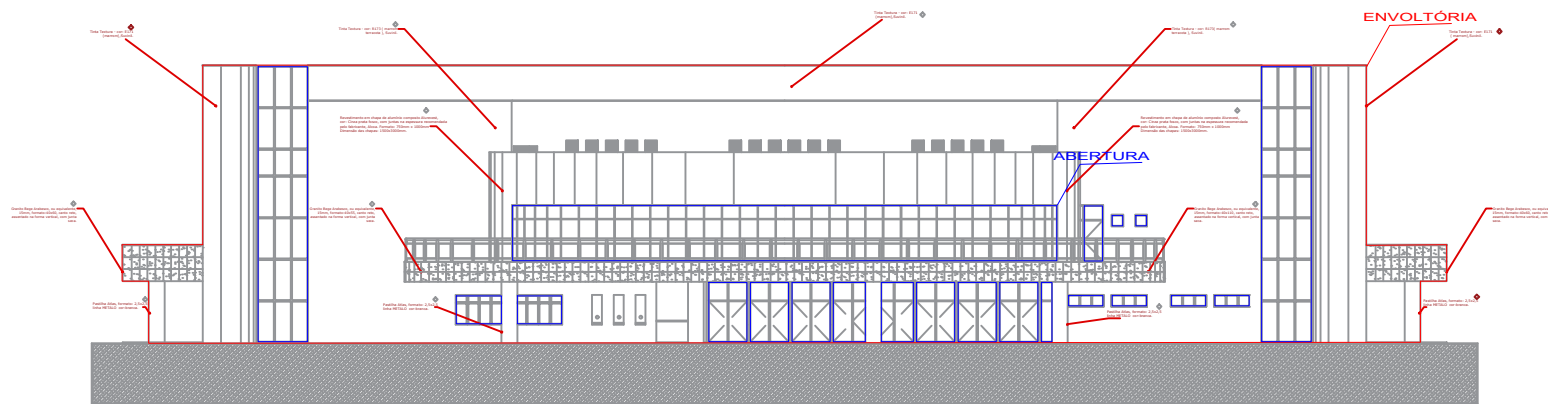
ANEXO 9 DETERMINAÇÃO ENVOLTÓRIA E PERCENTUAL DE ABERTURA FACHADA LESTE



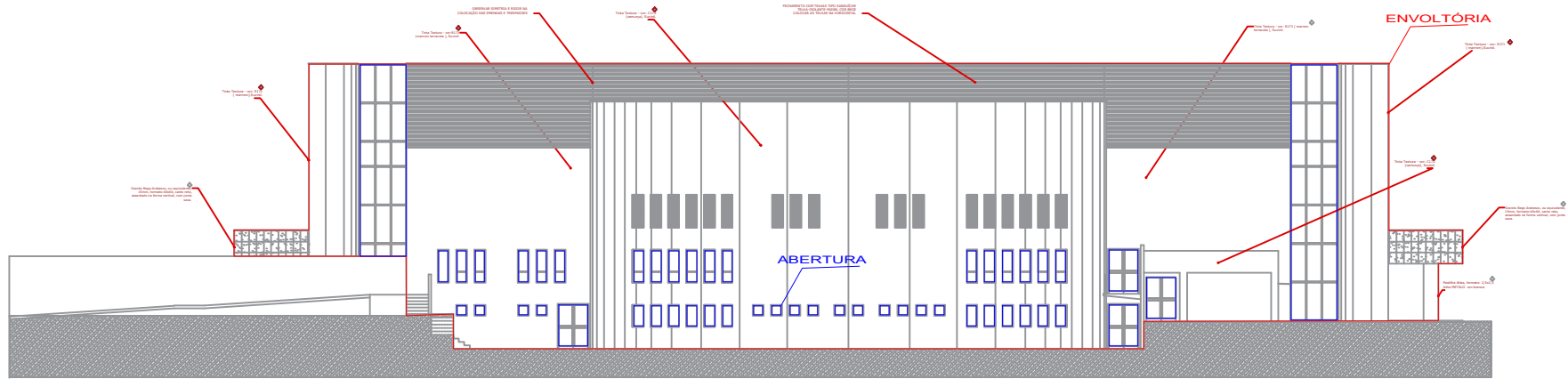
ANEXO 10 DETERMINAÇÃO ENVOLTÓRIA E PERCENTUAL DE ABERTURA FACHADA OESTE



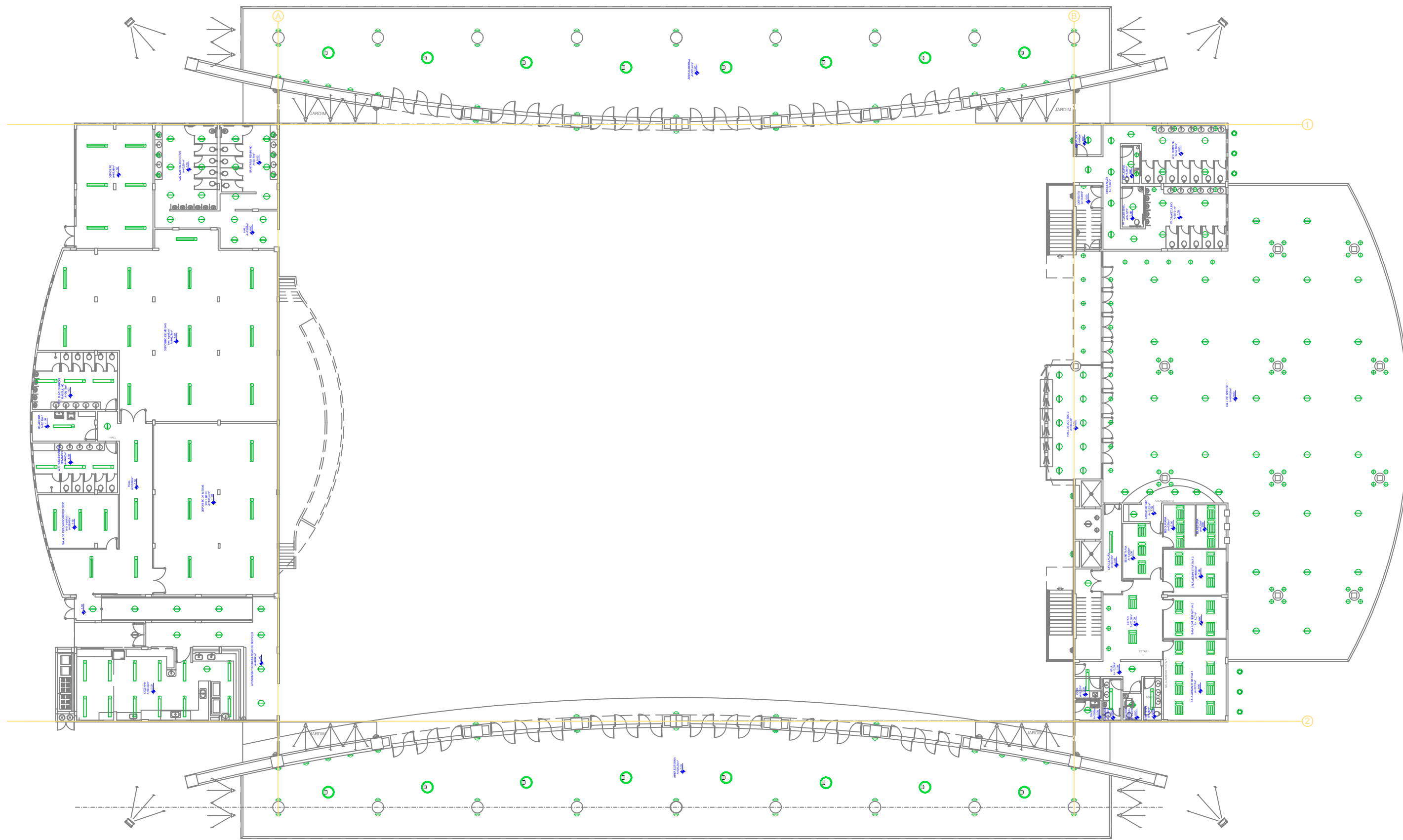
ANEXO 11 DETERMINAÇÃO ENVOLTÓRIA E PERCENTUAL DE ABERTURA FACHADA NORTE



ANEXO 12 DETERMINAÇÃO ENVOLTÓRIA E PERCENTUAL DE ABERTURA FACHADA SUL

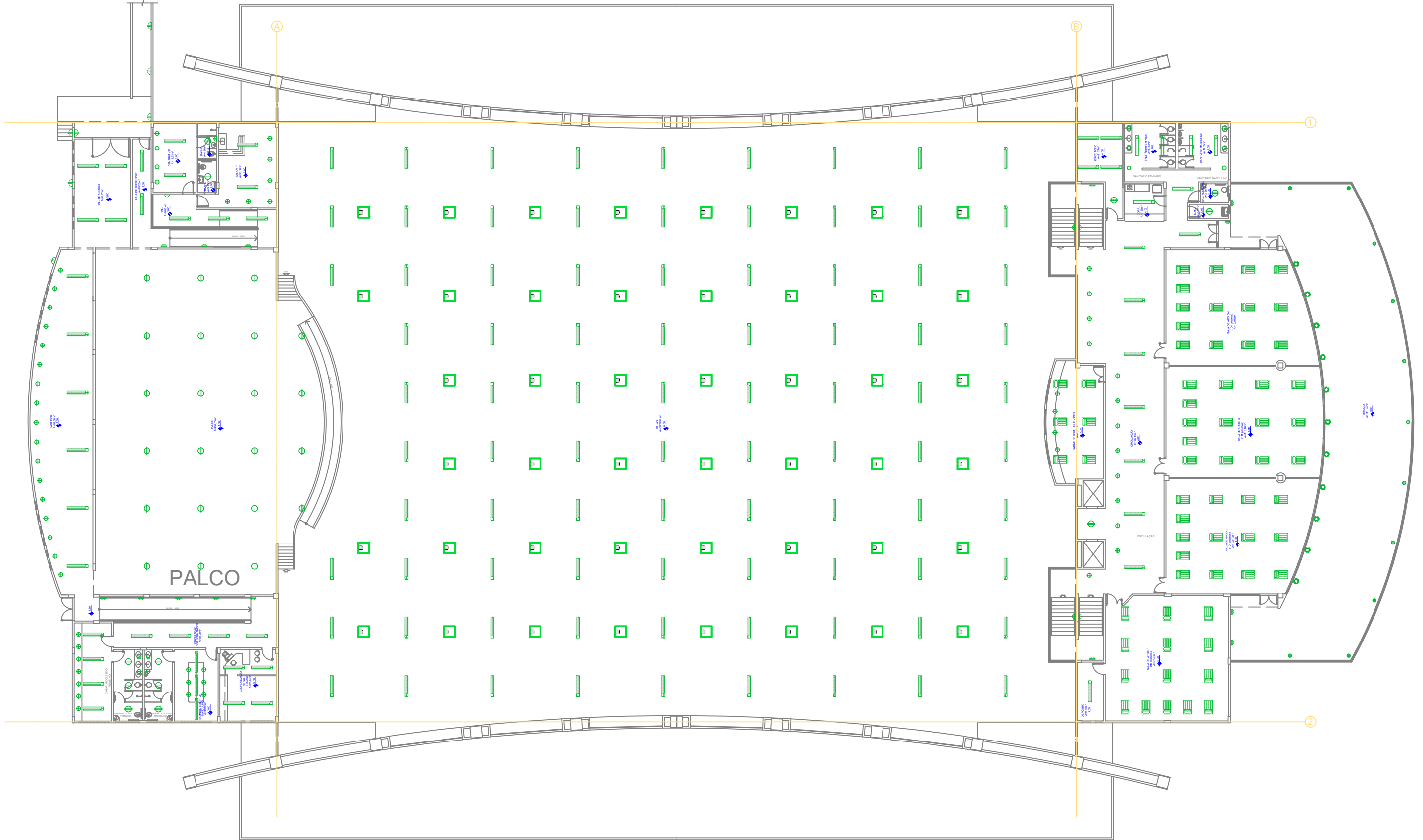


ANEXO 13 DISTRIBUIÇÃO DE LÂMPADAS TÉRREO



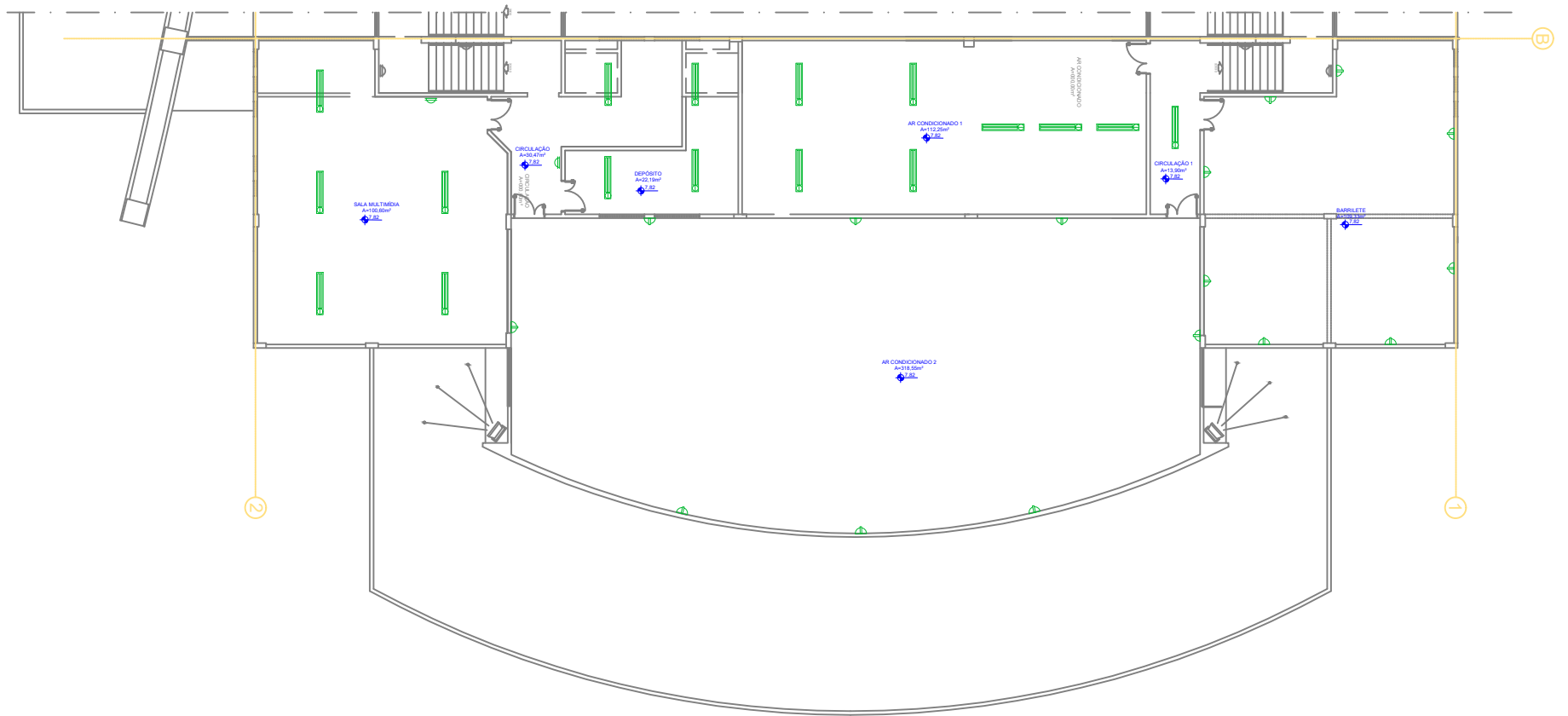
PAVIMENTO TÉRREO PLANTA BAIXA

ANEXO 14 DISTRIBUIÇÃO DE LÂMPADAS PAVIMENTO SUPERIOR



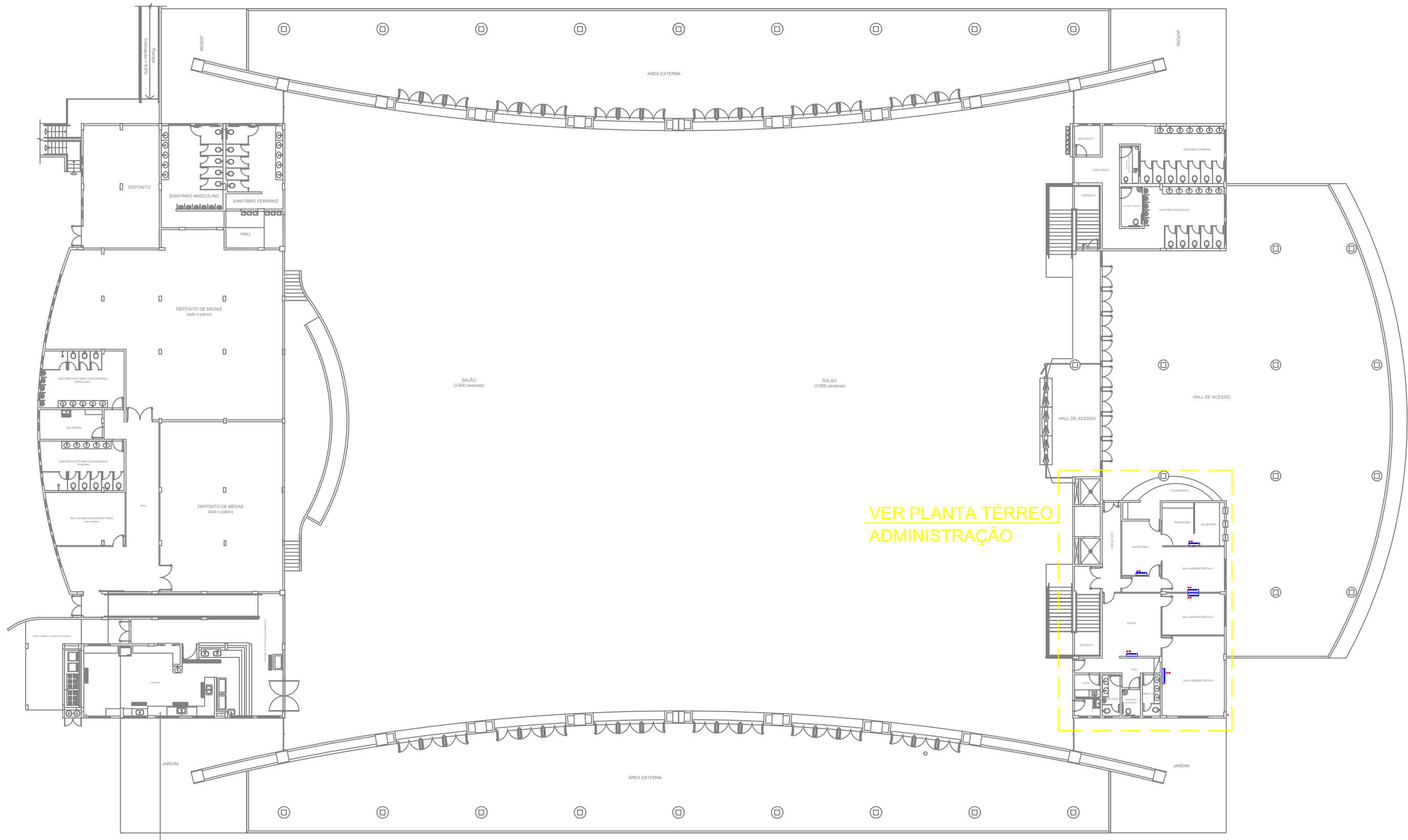
PAVIMENTO SUPERIOR PLANTA BAIXA

ANEXO 15 DISTRIBUIÇÃO DE LÂMPADAS PAVIMENTO TÉCNICO

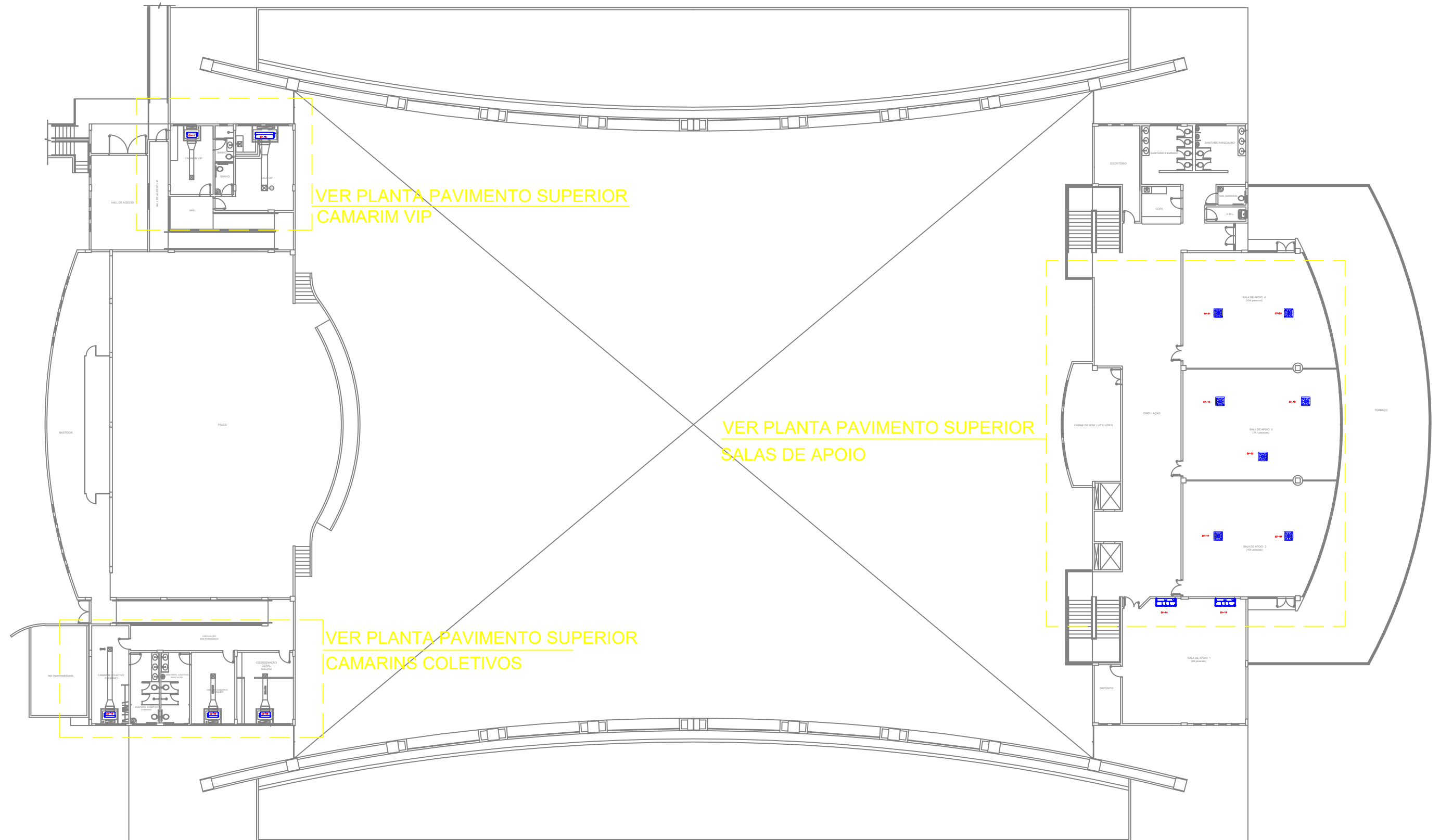


PAVIMENTO TÉCNICO PLANTA BAIXA

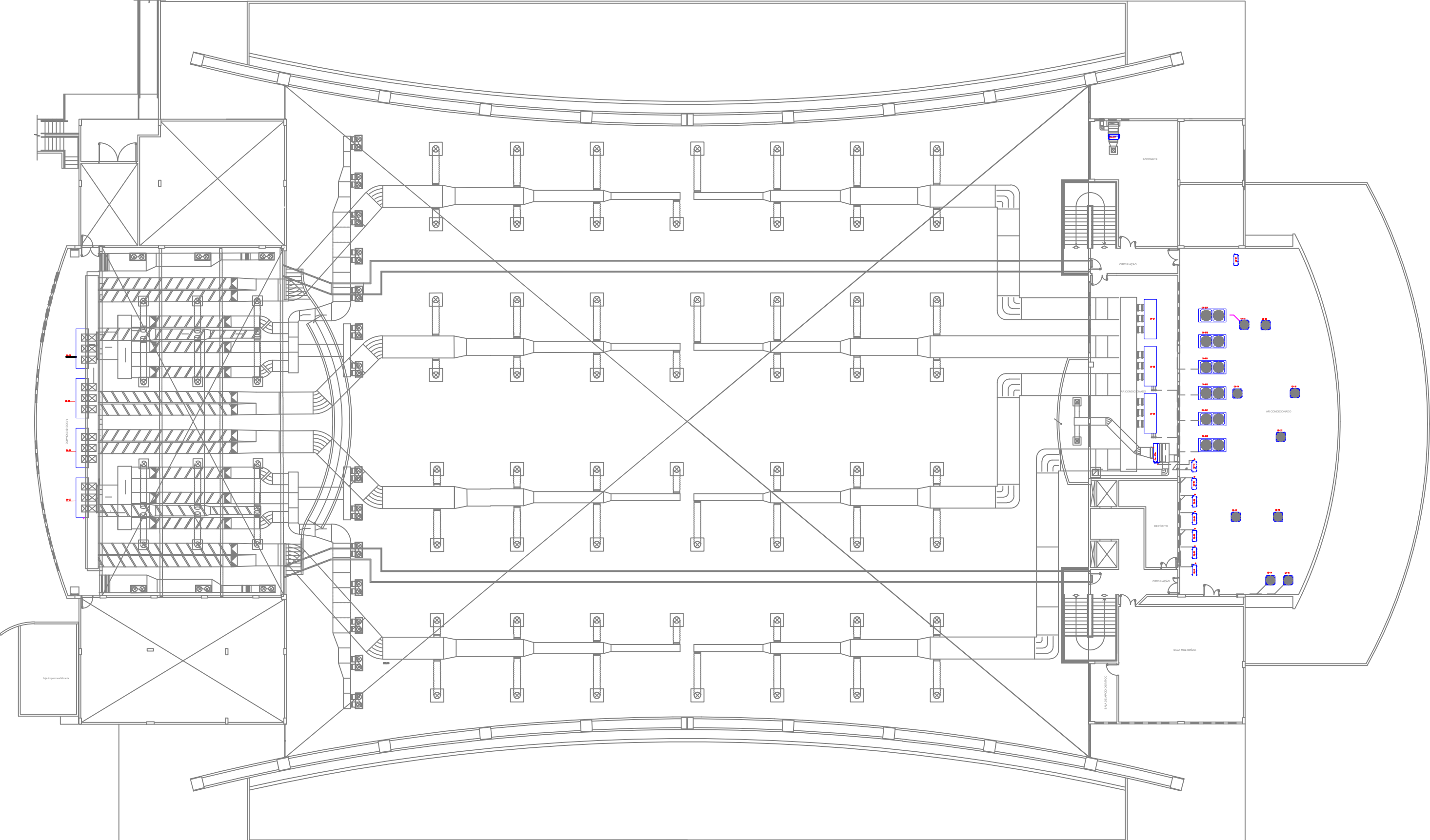
ANEXO 16 CONDICIONADORES DE AR TÉRREO



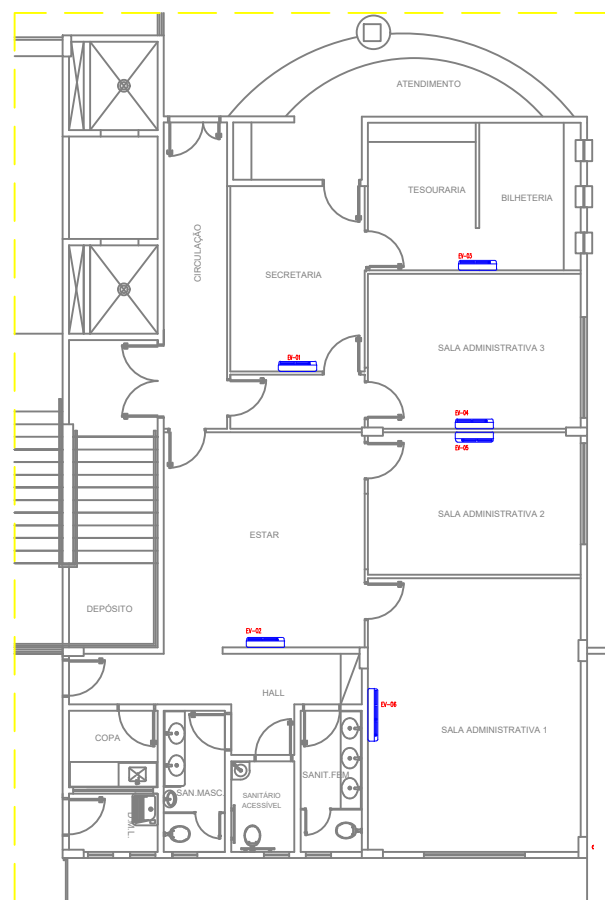
ANEXO 17 CONDICIONADORES PAVIMENTO SUPERIOR



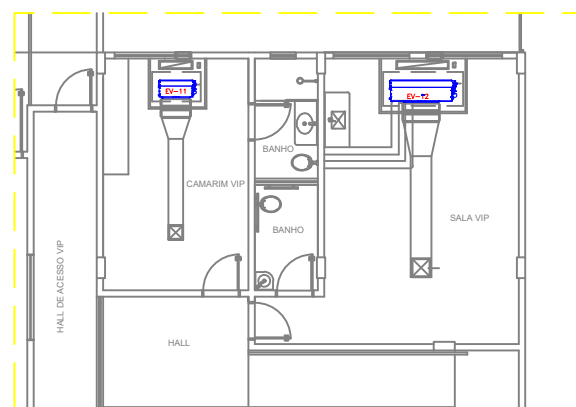
ANEXO 18 CONDICIONADORES PAVIMENTO TECNICO



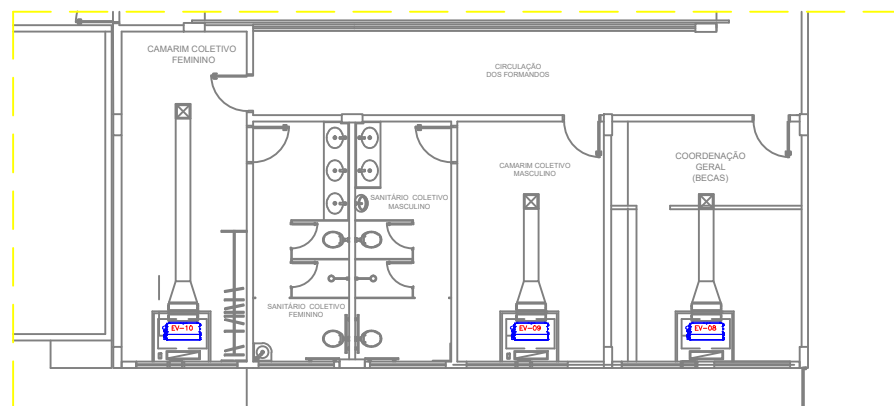
ANEXO 19 CONDICIONADORES NOS AMBIENTES



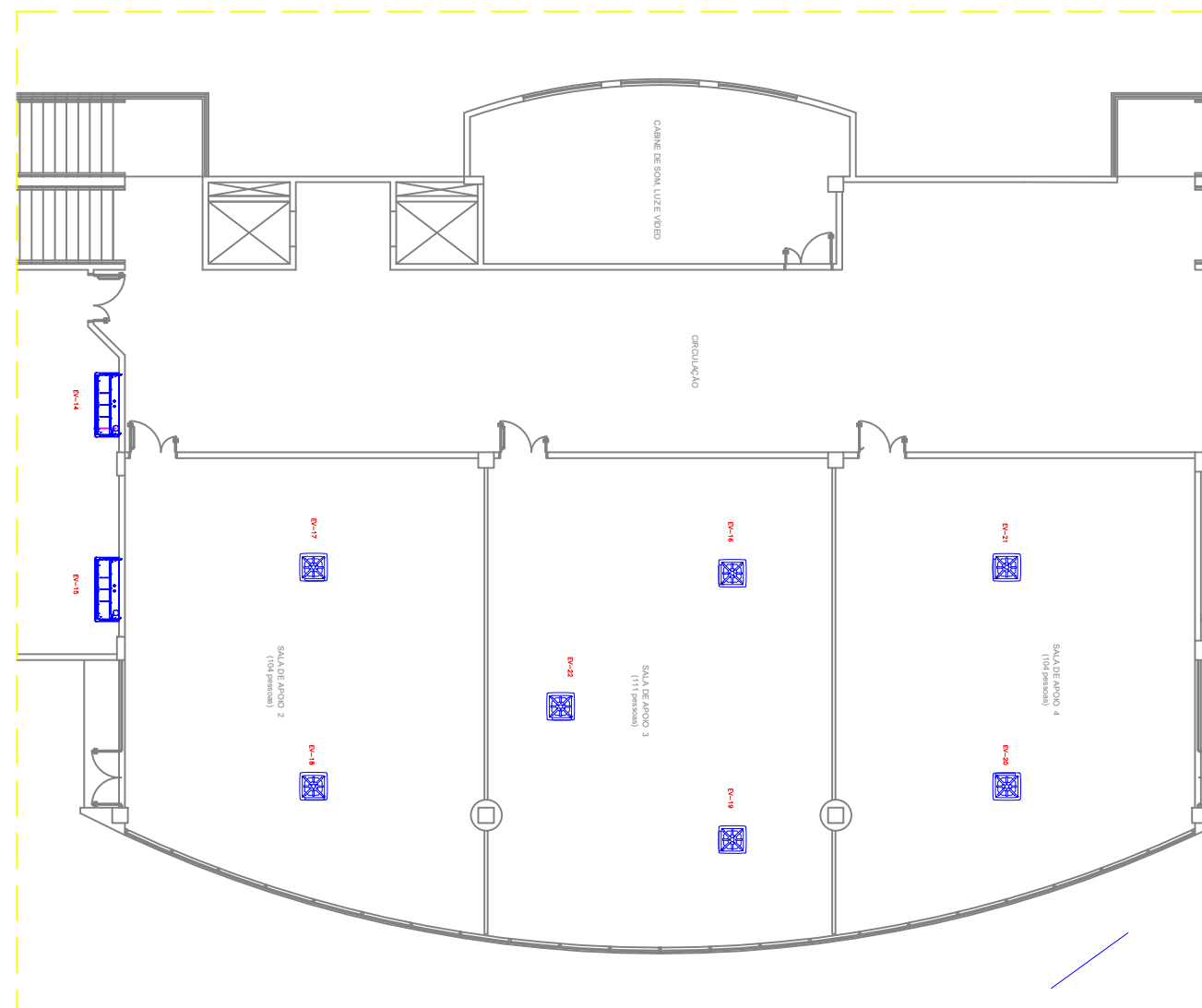
PAVIMENTO TÉRREO ADMINISTRAÇÃO



PAVIMENTO SUPERIOR CAMARIM VIP



PAVIMENTO SUPERIOR CAMARINS COLETIVOS



PAVIMENTO SUPERIOR PLANTA BAIXA - SALAS DE APOIO

ANEXO 20 ESPECIFICAÇÕES CONDICIONADORES DE AR

| | |
|--|--------------------|
| EVAPORADOR - EV EV-01/02/03/04/05 | |
| Equipamento | Mini Split |
| Modelo | 42 MCA 018 |
| Montagem | PAREDE |
| Capacidade de Resfriamento | 18.000 BTU/H |
| Vazão de Insuflamento | 800 m3/h |
| Peso do Equipamento | 13,5 Kg |
| Acessórios | ----- |
| Tipo de Filtragem | Classe G1 |
| Fabricante | CARRIER ou Similar |
| Situação | A FORNECER |
| CONDENSADOR - CD CD-01/02/03/04/05 | |
| Modelo | 38 XCB 018 |
| Fluxo | HORIZONTAL |
| Capacidade | 18.000 BTU/H |
| Peso | 45,0 Kg |
| PONTO DE FORÇA - F F-01/02/03/04/05 | |
| Voltagem | 220V/FNT/60HZ |
| Potência | 1890W |
| Disjuntor | 20A |

| | |
|------------------------------------|--------------------|
| EVAPORADOR - EV EV-06 | |
| Equipamento | Mini Split |
| Modelo | 42 MCA 030 |
| Montagem | PAREDE |
| Capacidade de Resfriamento | 30.000 BTU/H |
| Vazão de Insuflamento | 1120 m3/h |
| Peso do Equipamento | 18,0 Kg |
| Acessórios | ----- |
| Tipo de Filtragem | Classe G1 |
| Fabricante | CARRIER ou Similar |
| Situação | A FORNECER |
| CONDENSADOR - CD CD-06 | |
| Modelo | 38 XCB 030 |
| Fluxo | HORIZONTAL |
| Capacidade | 30.000 BTU/H |
| Peso | 57,0 Kg |
| PONTO DE FORÇA - F F-06 | |
| Voltagem | 220V/FNT/60HZ |
| Potência | 3160W |
| Disjuntor | 25A |

| | |
|--|--------------------|
| EVAPORADOR - EV EV-07/08/09/10/11 | |
| Equipamento | Mini Split |
| Modelo | 42 BOA 018 |
| Montagem | BUILT IN |
| Capacidade de Resfriamento | 18.000 BTU/H |
| Vazão de Insuflamento | 830 m3/h |
| Peso do Equipamento | 25,0 Kg |
| Acessórios | ----- |
| Tipo de Filtragem | Classe G1 |
| Fabricante | CARRIER ou Similar |
| Situação | A FORNECER |
| CONDENSADOR - CD CD-07/08/09/10/11 | |
| Modelo | 38 XCB 018 |
| Fluxo | HORIZONTAL |
| Capacidade | 18.000 BTU/H |
| Peso | 45,0 Kg |
| PONTO DE FORÇA - F F-07/08/09/10/11 | |
| Voltagem | 220V/FNT/60HZ |
| Potência | 1945W |
| Disjuntor | 20A |

| | |
|------------------------------------|--------------------|
| EVAPORADOR - EV EV-12 | |
| Equipamento | Mini Split |
| Modelo | 42 BOA 030 |
| Montagem | BUILT IN |
| Capacidade de Resfriamento | 30.000 BTU/H |
| Vazão de Insuflamento | 1230 m3/h |
| Peso do Equipamento | 28,0 Kg |
| Acessórios | ----- |
| Tipo de Filtragem | Classe G1 |
| Fabricante | CARRIER ou Similar |
| Situação | A FORNECER |
| CONDENSADOR - CD CD-12 | |
| Modelo | 38 XCB 030 |
| Fluxo | HORIZONTAL |
| Capacidade | 30.000 BTU/H |
| Peso | 57,0 Kg |
| PONTO DE FORÇA - F F-12 | |
| Voltagem | 220V/FNT/60HZ |
| Potência | 3110W |
| Disjuntor | 25A |

| | |
|------------------------------------|--------------------|
| EVAPORADOR - EV EV-13 | |
| Equipamento | Mini Split |
| Modelo | 42 BOA 036 |
| Montagem | BUILT IN |
| Capacidade de Resfriamento | 36.000 BTU/H |
| Vazão de Insuflamento | 1500 m3/h |
| Peso do Equipamento | 28,0 Kg |
| Acessórios | ----- |
| Tipo de Filtragem | Classe G1 |
| Fabricante | CARRIER ou Similar |
| Situação | A FORNECER |
| CONDENSADOR - CD CD-13 | |
| Modelo | 38 XCB 036 |
| Fluxo | HORIZONTAL |
| Capacidade | 36.000 BTU/H |
| Peso | 57,0 Kg |
| PONTO DE FORÇA - F F-13 | |
| Voltagem | 220V/FNT/60HZ |
| Potência | 3900W |
| Disjuntor | 25A |

| | |
|---------------------------------------|--------------------|
| EVAPORADOR - EV EV-14/15 | |
| Equipamento | Mini Split |
| Modelo | 42 XQA 048 |
| Montagem | TETO |
| Capacidade de Resfriamento | 48.000 BTU/H |
| Vazão de Insuflamento | 1600 m3/h |
| Peso do Equipamento | 37,6 Kg |
| Acessórios | ----- |
| Tipo de Filtragem | Classe G1 |
| Fabricante | CARRIER ou Similar |
| Situação | A FORNECER |
| CONDENSADOR - CD CD-14/15 | |
| Modelo | 38 CCA 048 |
| Fluxo | VERTICAL |
| Capacidade | 48.000 BTU/H |
| Peso | 104,0 Kg |
| PONTO DE FORÇA - F F-14/15 | |
| Voltagem | 380V/FFNT/60HZ |
| Potência | 3960W |
| Disjuntor | 15A |

| | |
|------------------------------------|--------------------|
| EVAPORADOR - EV EV-16 | |
| Equipamento | Mini Split |
| Modelo | 42 KCM 048 |
| Montagem | CASSETE |
| Capacidade de Resfriamento | 48.000 BTU/H |
| Vazão de Insuflamento | 1600 m3/h |
| Peso do Equipamento | 38,0 Kg |
| Acessórios | ----- |
| Tipo de Filtragem | Classe G1 |
| Fabricante | CARRIER ou Similar |
| Situação | A FORNECER |
| CONDENSADOR - CD CD-16 | |
| Modelo | 38 CCA 048 |
| Fluxo | VERTICAL |
| Capacidade | 48.000 BTU/H |
| Peso | 104,0 Kg |
| PONTO DE FORÇA - F F-16 | |
| Voltagem | 380V/FFNT/60HZ |
| Potência | 4039W |
| Disjuntor | 20A |

| | |
|---|--------------------|
| EVAPORADOR - EV EV-17/18/19/20/21/22 | |
| Equipamento | Mini Split |
| Modelo | 42 KCM 060 |
| Montagem | CASSETE |
| Capacidade de Resfriamento | 60.000 BTU/H |
| Vazão de Insuflamento | 1800 m3/h |
| Peso do Equipamento | 38,0 Kg |
| Acessórios | ----- |
| Tipo de Filtragem | Classe G1 |
| Fabricante | CARRIER ou Similar |
| Situação | A FORNECER |
| CONDENSADOR - CD CD-17/18/19/20/21/22 | |
| Modelo | 38 CCA 060 |
| Fluxo | VERTICAL |
| Capacidade | 60.000 BTU/H |
| Peso | 104,7 Kg |
| PONTO DE FORÇA - F F-17/18/19/20/21/22 | |
| Voltagem | 380V/FFNT/60HZ |
| Potência | 5375W |
| Disjuntor | 20A |

| | |
|--|---------------------|
| KIT BOMBA DE CONDENSADO - BC BC-01/02/03/04/05/06/07 | |
| Acessório | Bomba de Condensad. |
| Modelo | 40GK-900--401 |
| Altura de Bombeamento | 2m |
| Fabricante | CARRIER ou Similar |
| Situação | A FORNECER |
| PONTO DE FORÇA PARA BOMBA DE CONDENSADO- FBC FBC-01/02/03/04/05/06/07 | |
| Voltagem | 220V/FNT/60HZ |
| OBS.: Bomba alimentada pelo evaporador atendido. | |

| | |
|--|----------------------------|
| EVAPORADOR - EV EV-23/24/25/26 | |
| Equipamento | Multisplit Alta Capacidade |
| Modelo | 42 MZB 630 VH V1 |
| Capacidade de Resfriamento | 50TR |
| Faixa de Vazão de Insuflamento | 28560-42840 m3/h |
| P.E.D (mmca) | 34 |
| Peso do Equipamento | 1134,0 Kg |
| Acessórios | ----- |
| Tipo de Filtragem | Classe G3 |
| Fabricante | CARRIER ou Similar |
| Situação | A FORNECER |
| CONDENSADOR - CD CD-23.1/24.1/25.1/26.1 | |
| Modelo | 38 ABA 390 236S |
| Fluxo/Descarga | VERTICAL |
| Capacidade | 32,5TR |
| Peso | 460,0 Kg |
| CONDENSADOR - CD CD-23.2/24.2/25.2/26.2 | |
| Modelo | 38 ABA 390 236S |
| Fluxo/Descarga | VERTICAL |
| Capacidade | 20,0TR |
| Peso | 350,0 Kg |
| PONTO DE FORÇA - F F-23/24/25/26 | |
| Voltagem | 380V/FFNT/60HZ |
| Potência | 6688W |

| | |
|---|----------------------------|
| EVAPORADOR - EV EV-27/28/29 | |
| Equipamento | Multisplit Alta Capacidade |
| Modelo | 42 MZB 630 VH H1 |
| Capacidade de Resfriamento | 50TR |
| Faixa de Vazão de Insuflamento | 28560-42840 m3/h |
| P.E.D (mmca) | 34 |
| Peso do Equipamento | 1134,0 Kg |
| Acessórios | ----- |
| Tipo de Filtragem | Classe G3 |
| Fabricante | CARRIER ou Similar |
| Situação | A FORNECER |
| CONDENSADOR - CD CD-27.1/28.1/29.1 | |
| Modelo | 38 ABA 240 236S |
| Fluxo/Descarga | VERTICAL |
| Capacidade | 20,0TR |
| Peso | 350,0 Kg |
| CONDENSADOR - CD CD-27.2/28.2/29.2 | |
| Modelo | 38 ABA 390 236S |
| Fluxo/Descarga | VERTICAL |
| Capacidade | 32,5TR |
| Peso | 460,0 Kg |
| PONTO DE FORÇA - F F-27/28/29 | |
| Voltagem | 380V/FFNT/60HZ |
| Potência | 6688W |

| | |
|--|------------------------|
| ATENUADOR DE RUÍDOS AR-01/02/03 | |
| Acessório | Atenuador de Ruídos |
| Modelo | ART 200 1800x450x900mm |
| Fabricante | TROPICAL ou Similar |
| Situação | A FORNECER |

| | |
|---|-------------------------|
| ATENUADOR DE RUÍDOS AR-04/05 | |
| Acessório | Atenuador de Ruídos |
| Modelo | ART 200 1800x1200x900mm |
| Fabricante | TROPICAL ou Similar |
| Situação | A FORNECER |

| | |
|---|------------------------|
| GABINETE DE VENTILAÇÃO GV-01 | |
| Equipamento | Gabinete de ventilação |
| Modelo | GVS 7/7 |
| Ambiente de Instalação | Interno |
| Vazão de Insuflamento | 1400 m3/h |
| P.E.D (mmca) | 15 |
| Peso do Equipamento | 40,0 Kg |
| Acessórios | ----- |
| Tipo de Filtragem | ----- |
| Fabricante | OTAM ou Similar |
| Situação | A FORNECER |
| PONTO DE FORÇA PARA GAB. VENTILAÇÃO - FV FV-01 | |
| Motor | 0,33CV/4 pólos |

| | |
|---|------------------------|
| GABINETE DE VENTILAÇÃO GV-02/03/04 | |
| Equipamento | Gabinete de ventilação |
| Modelo | GVS 7/7 |
| Ambiente de Instalação | Externo |
| Vazão de Insuflamento | 1400 m3/h |
| P.E.D (mmca) | 10 |
| Peso do Equipamento | 40,0 Kg |
| Acessórios | Gaveta para Filtro |
| Tipo de Filtragem | G2 |
| Fabricante | OTAM ou Similar |
| Situação | A FORNECER |
| PONTO DE FORÇA PARA GAB. VENTILAÇÃO - FV FV-02/03/04 | |
| Motor | 0,25CV/4 pólos |

| | |
|---|------------------------|
| GABINETE DE VENTILAÇÃO GV-05 | |
| Equipamento | Gabinete de ventilação |
| Modelo | GVS 7/7 |
| Ambiente de Instalação | Externo |
| Vazão de Insuflamento | 1750 m3/h |
| P.E.D (mmca) | 10 |
| Peso do Equipamento | 45,0 Kg |
| Acessórios | Gaveta para Filtro |
| Tipo de Filtragem | G2 |
| Fabricante | OTAM ou Similar |
| Situação | A FORNECER |
| PONTO DE FORÇA PARA GAB. VENTILAÇÃO - FV FV-05 | |
| Motor | 0,33CV/4 pólos |